

Cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision: design B per alta velocità

serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S)





La SNFA è ora parte del Gruppo SKF. I nostri cuscinetti di super-precisione sono il frutto della combinazione fra le conoscenze tecnologiche della SKF e della SNFA.

Il risultato sono prodotti all'avanguardia e non solo. Oltre al vasto assortimento di innovativi cuscinetti di super-precisione, i clienti hanno l'opportunità di accedere anche ai servizi di modellazione avanzata e di test virtuale, che sono il cuore del know-how tecnico della SKF.

Questa risorsa unica – la più sofisticata in campo industriale – permette ai clienti di andare oltre il semplice cuscinetto e di concentrarsi su tutti gli aspetti della sua applicazione.

Con competenze fondamentali in ambito di cuscinetti, tenute, sistemi di lubrificazione, mecatronica e servizi, il vostro team SKF-SNFA è pronto a soddisfare i requisiti delle vostre macchine utensili di prossima generazione.

SKF – the knowledge engineering company



Sommario

A Informazioni relative al prodotto

Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) 3

La gamma 4
Cuscinetti con design B, idonei per velocità elevate 5
Serie dei cuscinetti 5
Versioni disponibili dei cuscinetti 6
Cuscinetti singoli e gruppi di cuscinetti appaiati 7

Applicazioni 8

B Consigli

Scelta del cuscinetto 10

Disposizione dei cuscinetti 11
Cuscinetti singoli 11
Gruppi di cuscinetti 11
Tipo di disposizione 12
Esempi di applicazione 14

Lubrificazione e manutenzione 16
Cuscinetti schermati 16
Lubrificazione con grasso per cuscinetti aperti 16
Rodaggio dei cuscinetti aperti e dei cuscinetti schermati lubrificati a grasso 17
Lubrificazione a olio per cuscinetti aperti 18

C Dati relativi al prodotto

Cuscinetti – dati generali 20
Dimensioni d'ingombro 20
Dimensioni del raccordo 20
Tolleranze 20
Precarico del cuscinetto 21
Rigidità assiale del cuscinetto 25
Accoppiamento e serraggio degli anelli del cuscinetto 26
Capacità di carico dei gruppi di cuscinetti 27
Carichi equivalenti sul cuscinetto 27
Velocità ammissibili 28
Gabbie 29
Tenute 29
Materiali 29
Trattamento termico 29
Marcatura dei cuscinetti e dei gruppi di cuscinetti 30
Confezioni 31
Sistema di denominazione 31

Tabelle di prodotto 34

D Informazioni supplementari

Raggiungere il massimo livello in ambito di cuscinetti di precisione 42

Altri cuscinetti Super-precision SKF-SNFA 43
Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision nella serie 718 SEA 43
Cuscinetti assiali obliqui a sfere Super-precision per viti a ricircolo di sfere 43

SKF – the knowledge engineering company 46

Cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision SKF-SNFA serie S719 .. B (*HB .. /S*) e S70 .. B (*HX .. /S*)

Quando agenti contaminanti come segatura o trucioli si infiltrano tra le sfere e le piste di un cuscinetto di precisione è praticamente impossibile evitare danneggiamenti nell'area di contatto. Quando il fluido da taglio penetra nel cuscinetto riduce l'efficacia del lubrificante, esponendo il cuscinetto agli effetti della corrosione e dell'usura, nonché a temperature di esercizio più elevate.

Elevati costi di manutenzione e perdite di profitto, causate da tempi di fermo non programmati e perdite di produzione, sono le normali conseguenze di situazioni come quelle appena descritte.

I cuscinetti schermati Super-precision SKF-SNFA sono in grado di eliminare praticamente il problema dei cedimenti prematuri dei cuscinetti causati dalla contaminazione. Rispetto ai cuscinetti aperti con tenute esterne, i cuscinetti Super-precision schermati consentono di ottenere prestazioni di gran lunga superiori.

I cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati e pronti al montaggio delle serie S719 .. B (*HB .. /S*)¹⁾ e S70 .. B (*HX .. /S*) sono caratterizzati da:

- capacità di sopportare velocità elevate
- elevata rigidezza
- maggiore durata a fatica
- produzione di calore ridotta
- ingombro radiale ridotto

I progetti per le macchine utensili stanno diventando sempre più complessi, soprattutto nel caso dei centri di lavorazione multi-assi. I requisiti richiesti per i semi-assemblati come

i dispositivi di azionamento sono estremamente impegnativi. I cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati SKF-SNFA consentono prestazioni ottimali nelle applicazioni in cui sono richiesti elevato livello di affidabilità ed estrema precisione. Questi cuscinetti sono riempiti con grasso idoneo per alta velocità. Gli schermi non contattanti mantengono il lubrificante all'interno del cuscinetto e lo proteggono dalla contaminazione, con il minimo aumento della temperatura e senza compromettere la capacità di sopportare velocità elevate.

Questi cuscinetti, che non richiedono alcuna rilubrificazione, sono particolarmente indicati per i macchinari utilizzati per il taglio dei metalli e la lavorazione del legno.



¹⁾ Dove presenti, le denominazioni in parentesi e corsivo si riferiscono al cuscinetto equivalente della serie SNFA.

La gamma

Alla gamma dei cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision SKF-SNFA si sono ora aggiunti i cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S). Per soddisfare i requisiti diversificati delle applicazioni di precisione, i cuscinetti in queste serie vengono realizzati con tre diversi angoli di contatto e sfere in due materiali differenti.

I cuscinetti vengono prodotti secondo due classi di tolleranza differenti per diametri albero da 30 a 120 mm. Quelli idonei per il montaggio universale o per il montaggio in gruppi vengono prodotti in tre diverse classi di precarico. Nella versione standard questi cuscinetti sono equipaggiati con schermi su entrambi i lati; su richiesta possono però anche essere forniti aperti.

I cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S), come tutti i cuscinetti obliqui a sfere, vengono quasi sempre combinati con un secondo cuscinetto per bilanciare le forze contrarie. Per sopportare carichi maggiori e carichi assiali in ambo le direzioni, i cuscinetti vengono utilizzati in gruppi che, normalmente, prevedono un massimo di quattro cuscinetti. Su richiesta, possono essere forniti gruppi di cuscinetti con precarichi speciali.



I cuscinetti Super-precision SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sostituiscono i cuscinetti di alta precisione della SKF rispettivamente nella serie S719 .. /S) e S70 .. B e i cuscinetti di super-precisione della SNFA rispettivamente nella serie HB .. /S e HX .. /S (→ *Raggiungere il massimo livello in ambito di cuscinetti di precisione, pagina 42*).

Cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision SKF-SNFA: design B per alta velocità

Caratteristiche:

- Pronti al montaggio
- Schermi non contattanti
- Grasso idoneo per velocità elevate
- Massimo numero di sfere di piccolo diametro
- Classi di tolleranza P4A o PA9A
- Forma ottimizzata dei raccordi
- Serie dimensionali ISO 19 e 10
- Anelli interno ed esterno asimmetrici
- Gabbia leggera in resina fenolica

Vantaggi

- Riduzione del tempo di montaggio
- Protezione dalla contaminazione, nessuna rilubrificazione necessaria, prolungamento della durata operativa del cuscinetto
- Capacità di sopportare velocità elevate, buone proprietà di stabilità termica
- Rigidezza elevata
- Eccezionale precisione di rotazione rodaggio di breve durata
- Montaggio semplificato
- Ingombro radiale ridotto
- Capacità di sopportare carichi radiali e assiali che agiscono in una direzione
- Basso coefficiente di attrito, capacità di sopportare velocità elevate

Cuscinetti con design B per velocità elevata

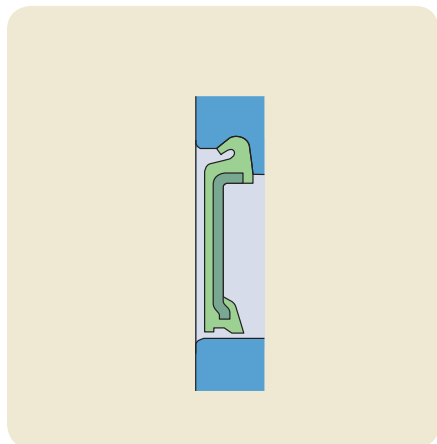
I cuscinetti obliqui Super-precision ad una corona di sfere delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono stati concepiti per funzionare a velocità elevate e sono particolarmente idonei in presenza di carichi leggeri e basse temperature di esercizio.

Le caratteristiche dei cuscinetti con design B comprendono:

- anelli interno ed esterno asimmetrici
- elevato numero di sfere di piccolo diametro
- gabbia in resina fenolica leggera
- forma ottimizzata dei raccordi

Gli anelli asimmetrici consentono ai cuscinetti di sopportare carichi radiali e assiali che agiscono in una direzione. La gabbia, guidata dallo spallamento dell'anello esterno, è stata concepita per consentire una buona alimentazione di lubrificante alle aree di contatto sfere/pista. La forma dei raccordi degli anelli interno ed esterno è stata ottimizzata per garantire una maggiore precisione di montaggio. Grazie a questa caratteristica, non solo viene semplificato il montaggio, ma si ottiene anche una riduzione del rischio di danneggiamento dei componenti correlati. Se paragonati ad altri cuscinetti obliqui a sfere nelle serie 719 e 70, quelli con design B sono dotati del maggior numero di sfere di piccolo diametro che consentono un aumento della rigidezza.

Tenuta non strisciante idonea per il funzionamento a velocità elevate



Su entrambi i lati dell'anello esterno del cuscinetto è presente, di serie, una tenuta non strisciante, che forma una luce estremamente piccola con la superficie cilindrica dello spallamento dell'anello interno.

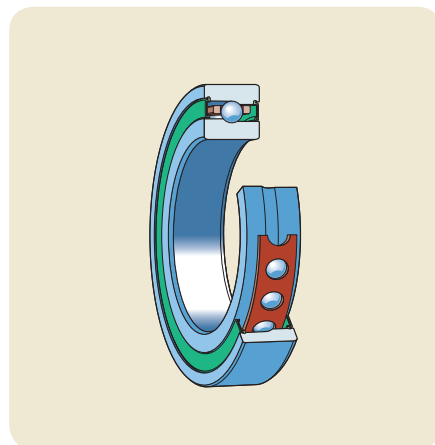
Serie dei cuscinetti

La gamma di cuscinetti Super-precision presentata in questa brochure comprende due serie dimensionali ISO:

- la serie estremamente leggera 719 (HB)
- la serie leggera 70 (HX)

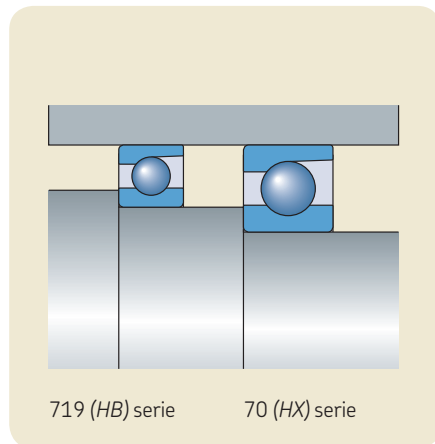
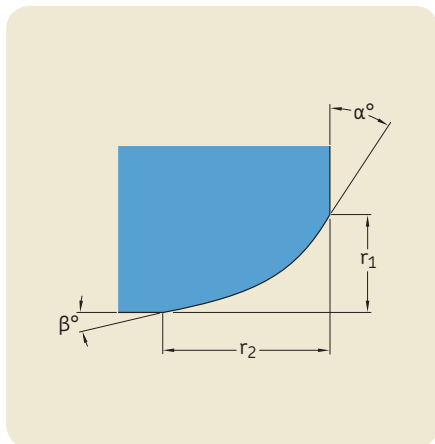
Entrambe le serie di cuscinetti sono idonee per il funzionamento a velocità elevata e il montaggio in spazi radiali ridotti. Se è richiesta una maggiore rigidezza, vengono utilizzati i cuscinetti della serie 719 (HB) invece di quelli della serie 70 (HX), poiché sono dotati di un numero maggiore di sfere, a parità di diametro esterno. L'utilizzo di cuscinetti della serie 719 (HB), a parità di diametro esterno, se paragonati ai cuscinetti della serie 70 (HX), rende possibile aumentare il diametro dell'albero.

I cuscinetti con design B consentono maggiori velocità di funzionamento e maggiore rigidezza



Se è richiesta una maggiore rigidezza di sistema, i cuscinetti nella serie 719 (HB), per un determinato diametro esterno, sono idonei per diametri albero maggiori rispetto ai cuscinetti della serie 70 (HX).

Forma ottimizzata dei raccordi per facilitare il montaggio



Versioni disponibili dei cuscinetti

I requisiti richiesti per i cuscinetti possono variare in base alle condizioni di esercizio delle specifiche applicazioni di precisione. Per soddisfare le varie esigenze, vengono prodotte numerose versioni di cuscinetti obliqui a sfere Super-precision SKF-SNFA delle serie 719 .. B (HB) e 70 .. B (HX).

I cuscinetti standard vengono prodotti con tenuta integrata su ambo i lati e riempiti con grasso di qualità eccellente. Dato che sul labbro di tenuta non si produce alcun attrito, la velocità che si può raggiungere con un cuscinetto schermato è la stessa che si può ottenere con un cuscinetto aperto delle stesse dimensioni.

Se paragonati alle disposizioni con cuscinetti aperti e tenute esterne, questi cuscinetti schermati garantiscono numerosi vantaggi, tra cui:

- maggiore durata operativa dei cuscinetti
- riduzione delle attività di manutenzione
- riduzione delle scorte di magazzino
- riduzione del rischio di contaminazione del lubrificante durante il montaggio e il funzionamento

I cuscinetti schermati sono identificati dal prefisso *S* (suffisso /*S*) nella denominazione.

Angoli di contatto

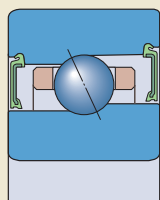
I cuscinetti standard vengono prodotti con i seguenti angoli di contatto:

- un angolo di contatto di 15°, suffisso nella denominazione CB (1)
- un angolo di contatto di 25°, suffisso nella denominazione ACB (3)

Su richiesta, sono disponibili cuscinetti con un angolo di contatto di 18°, suffisso nella denominazione FB (2).

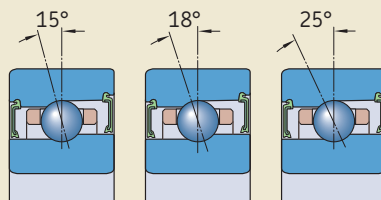
La disponibilità di versioni con tre angoli di contatto differenti consente ai progettisti di soddisfare i requisiti richiesti per capacità di carico assiale, capacità di sopportare la velocità e rigidità e quindi di ottimizzare le proprie applicazioni.

I cuscinetti standard vengono prodotti con tenuta incorporata su ambo i lati.

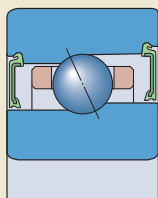


Versione schermata

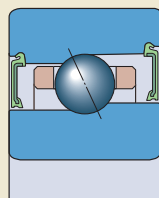
I tre diversi angoli di contatto disponibili sono in grado di soddisfare i requisiti in termini di carico assiale, velocità e rigidità.



I cuscinetti sono disponibili nelle versioni con sfere in acciaio e ibrida.

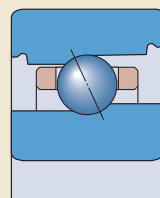


Sfere in acciaio

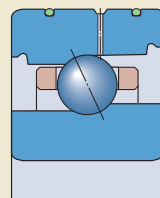


Sfere in ceramica

I cuscinetti sono dotati, di serie, di tenute incorporate, ma sono disponibili anche due varianti aperte.



Versione aperta



Versione aperta per lubrificazione a olio diretta

Materiali per le sfere

I cuscinetti standard sono disponibili nella versione con:

- sfere in acciaio, nessun suffisso nella denominazione
- sfere in ceramica (nitruro di silicio) suffisso nella denominazione HC (*NS*)

Dato che le sfere in ceramica sono notevolmente più leggere e più dure di quelle in acciaio, i cuscinetti ibridi sono in grado di garantire un livello di rigidità più elevato e operare a velocità considerevolmente maggiori rispetto ai cuscinetti interamente in acciaio delle stesse dimensioni. Il peso ridotto delle sfere in ceramica permette una riduzione delle forze centrifughe all'interno del cuscinetto e una minore produzione di calore. La riduzione delle forze centrifughe è particolarmente importante nelle applicazioni delle macchine utensili, in cui si verificano frequentemente avviamenti e arresti rapidi. La minore produzione di calore dal cuscinetto si traduce in un risparmio energetico e nel prolungamento della durata operativa del lubrificante.

Cuscinetti aperti

Nelle serie 719 .. B (*HB*) e 70 .. B (*HX*) sono disponibili anche cuscinetti senza tenute per la lubrificazione con grasso od olio. Per agevolare la lubrificazione a olio diretta, l'anello esterno dei cuscinetti aperti può anche essere realizzato con una scanalatura anulare e due fori di lubrificazione e due scanalature anulari per accogliere gli O-ring. I cuscinetti con queste caratteristiche vengono identificati dal suffisso L (*GH*) nella denominazione.

Cuscinetti singoli e gruppi di cuscinetti appaiati

I cuscinetti SKF-SNFA delle serie S719 .. B (*HB* .. /S) e S70 .. B (*HX* .. /S) sono disponibili nella versione standard come:

- cuscinetti singoli
- cuscinetti singoli per montaggio universale
- gruppi di cuscinetti appaiati
- gruppi di cuscinetti per montaggio universale



Applicazioni

Negli ambienti fortemente contaminati in cui operano i mandrini delle macchine utensili, una delle principali cause di cedimento prematuro del cuscinetto è l'ingresso di agenti contaminanti solidi e/o del liquido di taglio nella cavità del cuscinetto. I cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) rappresentano una soluzione eccellente per eliminare questo problema. La loro capacità di garantire un maggiore grado di rigidità e di sopportare velocità elevate, con un errore di rotazione estrema-

mente piccolo, consente numerosi vantaggi per applicazioni differenti.

Applicazioni

- Elettromandrini
- Macchinari per il taglio dei metalli
- Macchinari per la lavorazione del legno
- Fresatrici
- Centri di lavorazione

Requisiti

- Protezione efficace contro la contaminazione
- Basso consumo energetico
- Lunga durata operativa
- Montaggio semplificato
- Maggiore tempo di utilizzazione del macchinario
- Elevata densità di potenza abbinata a un ingombro ridotto
- Elevata precisione di posizionamento

Soluzione



Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S)



Scelta del cuscinetto

Quando si tratta di applicazioni che richiedono un elevato grado di precisione a velocità elevate, la scelta del cuscinetto è di estrema importanza. Le molteplici varianti disponibili per i cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati SKF-SNFA sono perfettamente idonee per le condizioni imposte da tali applicazioni.

I criteri più importanti nella scelta dei cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono:

- precisione
- rigidità
- velocità
- carico

Precisione

Nel caso dei cuscinetti volventi, la precisione viene definita dalle classi di tolleranza relative alla precisione di rotazione e a quella dimensionale.

Nella scelta dei cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) si dovrebbe prendere in considerazione quanto segue:

- Tutte le versioni dei cuscinetti vengono prodotte, di serie, secondo la classe di tolleranza P4A (migliore rispetto alla ABEC 7).
- Su richiesta, tutte le versioni dei cuscinetti possono essere realizzate secondo la classe di tolleranza di maggiore precisione PA9A (migliore rispetto alla ABEC 9).

Rigidità

Nelle applicazioni di precisione, la rigidità della disposizione di cuscinetti è un fattore di estrema importanza, poiché l'entità della deformazione elastica sotto carico determina il grado di produttività e la precisione dell'attrezzatura. Anche se la rigidità del cuscinetto contribuisce a quella dell'intero sistema, esistono altri fattori di influenza, come il numero e la posizione dei cuscinetti.

Nella scelta dei cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) si dovrebbe prendere in considerazione quanto segue:

- Le sfere in ceramica (nitruro di silicio) garantiscono un maggiore grado di rigidità rispetto a quelle in acciaio.
- Un maggiore angolo di contatto consente una maggiore rigidità assiale.
- Se è richiesta una maggiore rigidità di sistema, i cuscinetti nella serie 719 (HB), per un determinato diametro esterno, sono idonei per diametri albero maggiori rispetto ai cuscinetti nella serie 70 (HX).
- I cuscinetti montati in disposizione ad "O" (dorso a dorso) permettono un maggiore grado di rigidità.

Velocità

Le applicazioni in presenza di velocità elevate richiedono cuscinetti a basso coefficiente di attrito in grado di funzionare a freddo, come i cuscinetti obliqui a sfere Super-precision.

Nella scelta dei cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) si dovrebbe prendere in considerazione quanto segue:

- I cuscinetti ibridi possono operare a velocità più elevate rispetto a quelli con sfere in acciaio delle stesse dimensioni.
- Maggiore è l'angolo di contatto e minore sarà la capacità di sopportare la velocità.

Carico

Nelle applicazioni di precisione a velocità elevata, la capacità di carico del cuscinetto, normalmente, è meno importante rispetto alle applicazioni ingegneristiche in generale. I cuscinetti obliqui a sfere possono sopportare carichi radiali e assiali che agiscono simultaneamente. In presenza di tali carichi combinati, anche la direzione del carico gioca un ruolo importante nella scelta della configurazione più idonea.

Nella scelta dei cuscinetti delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) si dovrebbe prendere in considerazione quanto segue:

- Maggiore è l'angolo di contatto e maggiore sarà la capacità di carico assiale del cuscinetto.
- La capacità di carico assiale di una disposizione di cuscinetti può essere aumentata integrando cuscinetti in disposizione in tandem.



Disposizione dei cuscinetti

Le disposizioni in cui vengono installati i cuscinetti SKF-SNFA delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) possono essere progettate utilizzando cuscinetti singoli o gruppi di cuscinetti. Un esempio di disposizione a tre cuscinetti è riportato nella **Tabella 1**.

Cuscinetti singoli

I cuscinetti SKF-SNFA delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono disponibili come cuscinetti singoli (stand-alone) oppure come cuscinetti singoli per montaggio universale. Quando si ordinano cuscinetti singoli, è necessario indicare il numero di cuscinetti richiesti.

Cuscinetti singoli

I cuscinetti singoli sono idonei per le disposizioni in cui si utilizza un solo cuscinetto in ogni posizione.

Benché le ampiezze degli anelli del cuscinetto vengano realizzate secondo tolleranze molto ristrette, questi cuscinetti non sono idonei per essere montati adiacenti gli uni agli altri.

Cuscinetti singoli per montaggio universale

I cuscinetti per montaggio universale vengono specificamente realizzati in modo che, se montati in ordine casuale ma immediatamente adiacenti, si ottiene un determinato precarico e/o una distribuzione uniforme del carico, senza l'ausilio di spessori o dispositivi equivalenti. Questi cuscinetti possono essere montati in ordine casuale in qualsiasi disposizione di cuscinetti.

I cuscinetti singoli per montaggio universale sono identificati dal suffisso G (U) nella denominazione.

Gruppi di cuscinetti

I cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono disponibili come gruppi di cuscinetti appaiati o gruppi di cuscinetti per montaggio universale. Quando si ordinano gruppi di cuscinetti, è necessario indicare il numero di gruppi richiesto (il numero di cuscinetti singoli in ogni gruppo è specificato nella relativa denominazione).

Gruppi di cuscinetti appaiati

I cuscinetti possono essere forniti come gruppi composti da due, tre o quattro cuscinetti. I cuscinetti vengono appaiati in fase di produzione di modo che, se montati adiacenti gli uni agli altri in un ordine specifico, è possibile ottenere un determinato precarico e/o una distribuzione uniforme del carico, senza l'ausilio di spessori o altri dispositivi simili. Il diametro del foro e quello esterno di questi cuscinetti sono anch'essi appaiati secondo un valore pari al massimo ad un terzo della tolleranza di diametro ammissibile, il che si traduce in una distribuzione anche migliore del carico a montaggio avvenuto, rispetto ai cuscinetti singoli per montaggio universale.

Gruppi di cuscinetti per montaggio universale

Questi cuscinetti possono essere montati in ordine casuale in qualsiasi disposizione di cuscinetti. Il diametro del foro e quello esterno dei cuscinetti per montaggio universale in ogni gruppo sono anch'essi appaiati secondo un valore pari al massimo ad un terzo della tolleranza di diametro ammissibile, il che si traduce in una distribuzione anche migliore del carico a montaggio avvenuto, rispetto ai cuscinetti singoli per montaggio universale.

Tabella 1

Esempio di disposizione a tre cuscinetti

Criteria di progettazione	Cosa ordinare	Denominazione del cuscinetto ¹⁾	Esempio di ordine
La disposizione di cuscinetti non è nota	Tre cuscinetti singoli per montaggio universale	S719 .. BG../P4A (HB .. /S 7CE .. U..)	3 x S71914 CBGA/P4A (3 x HB70 /S 7CE1 UL)
La disposizione di cuscinetti non è nota e si richiede una distribuzione del carico ottimizzata	Un gruppo di tre cuscinetti per montaggio universale	S719 .. B/P4ATG.. (HB .. /S 7CE .. TU..)	1 x S71914 CB/P4ATGA (1 x HB70 /S 7CE1 TUL)
La disposizione di cuscinetti è nota	Tre cuscinetti in un gruppo appaiato	S719 .. B/P4AT.. (HB .. /S 7CE .. T..)	1 x S71914 CB/P4ATBTA (1 x HB70 /S 7CE1 TDL)

¹⁾ Per ulteriori informazioni sulle denominazioni, fare riferimento alla **Tabella 15** a pagina 32 e 33.

Come i cuscinetti singoli per montaggio universale, anche i gruppi di cuscinetti per montaggio universale sono identificati dal suffisso G (U) nella denominazione, ma varia la sua posizione all'interno della denominazione (→ **tabella 15, pagine 32 e 33**).

Tipo di disposizione

I cuscinetti per montaggio universale e i gruppi di cuscinetti appaiati possono essere combinati in disposizioni differenti, che variano in funzione del grado di rigidità e dei requisiti per il carico imposti dall'applicazione. Le disposizioni possibili sono illustrate nella **fig. 1**, dove sono specificati anche i suffissi utilizzati nelle denominazioni dei gruppi di cuscinetti appaiati.

Disposizione di cuscinetti ad "O" (dorso a dorso)

Nelle disposizioni ad "O", le linee di carico divergono verso l'asse del cuscinetto. I carichi assiali sono ammessi in entrambe le direzioni, ma solo su un cuscinetto o un gruppo di cuscinetti in ogni direzione. I cuscinetti montati ad "O" garantiscono una disposizione relativamente rigida, che è in grado di sopportare anche momenti di ribaltamento.

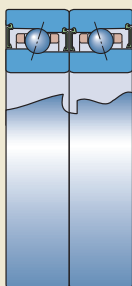
Disposizione di cuscinetti a "X" (faccia a faccia)

Nelle disposizioni a "X" (faccia a faccia), le linee di carico convergono verso l'asse del cuscinetto. I carichi assiali sono ammessi in entrambe le direzioni, ma solo su un cuscinetto o un gruppo di cuscinetti in ogni direzione. Le disposizioni a X possono sopportare deflessioni di piccola entità.

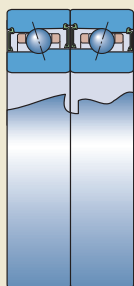
Disposizione di cuscinetti in tandem

Nelle disposizioni di cuscinetti in tandem, le linee di carico sono parallele, pertanto i carichi radiali e assiali sono distribuiti equamente tra i cuscinetti del gruppo. I gruppi di cuscinetti sono in grado di sopportare carichi assiali che agiscono in una sola direzione. Se i carichi assiali agiscono nella direzione opposta, o in presenza di carichi combinati, si dovrebbero integrare ulteriori cuscinetti, combinati con la disposizione in tandem.

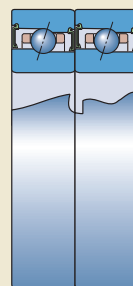
Gruppi con 2 cuscinetti



Disposizione ad "O"
Suffisso nella denominazione DB (DD)

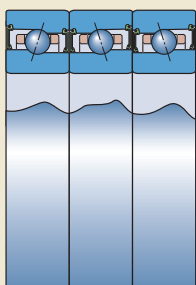


Disposizione a "X"
Suffisso nella denominazione DF (FF)

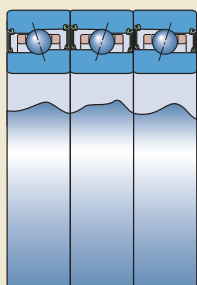


Disposizione in tandem
Suffisso nella denominazione DT (T)

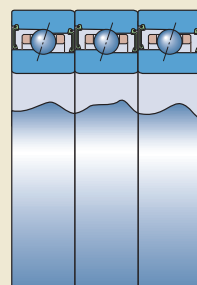
Gruppi con 3 cuscinetti



Disposizione ad "O" e in tandem
Suffisso nella denominazione TBT (TD)

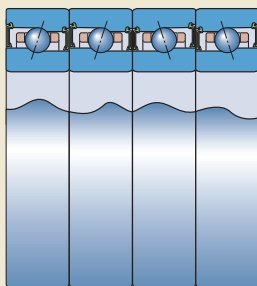


Disposizione a "X" e in tandem
Suffisso nella denominazione TFT (TF)

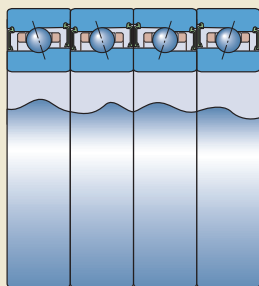


Disposizione in tandem
Suffisso nella denominazione TT (3T)

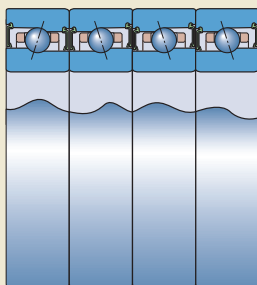
Gruppi con 4 cuscinetti



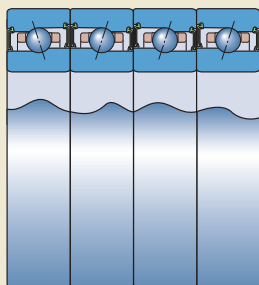
Disposizione ad "O" in tandem
Suffisso nella denominazione QBC (TDT)



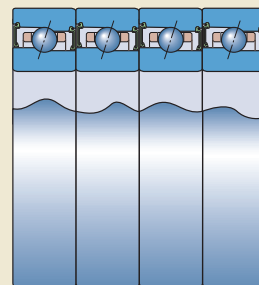
Disposizione a "X" in tandem
Suffisso nella denominazione QFC (TFT)



Disposizione ad "O" e in tandem
Suffisso nella denominazione QBT (3TD)



Disposizione a "X" e in tandem
Suffisso nella denominazione QFT (3TF)



Disposizione in tandem
Suffisso nella denominazione QT (4T)

Esempi di applicazione

I cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati vengono comunemente, ma non esclusivamente, utilizzati nelle applicazioni delle macchine utensili. In base al tipo di macchina utensile e al tipo di utilizzo, i mandrini possono imporre requisiti differenti per il tipo di disposizione di cuscinetti.

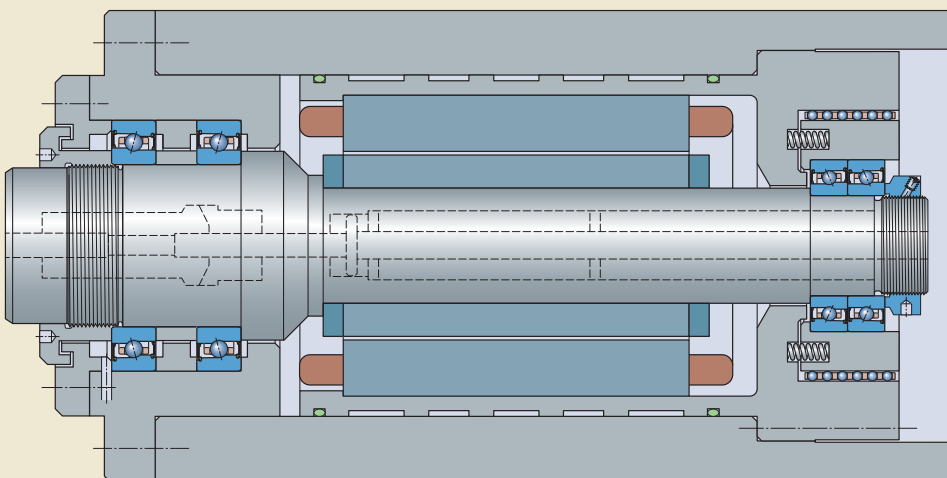
Nelle applicazioni ad alta velocità, il mandrino delle macchine utensili spesso viene azionato direttamente da un motore. In questo caso, il mandrino viene definito come mandrino a motore o elettromandrino. Dato che sull'estremità non-utensile di questo tipo di mandrini agiscono solo carichi radiali molto leggeri (rispetto ai mandrini azionati

a cinghia), vengono spesso utilizzati gruppi di cuscinetti obliqui a sfere Super-precision.

Per ogni applicazione di precisione esiste una disposizione ottimale, in grado di garantire la migliore combinazione di elevata rigidità e capacità di carico, minore produzione di calore e maggiore durata del cuscinetto.

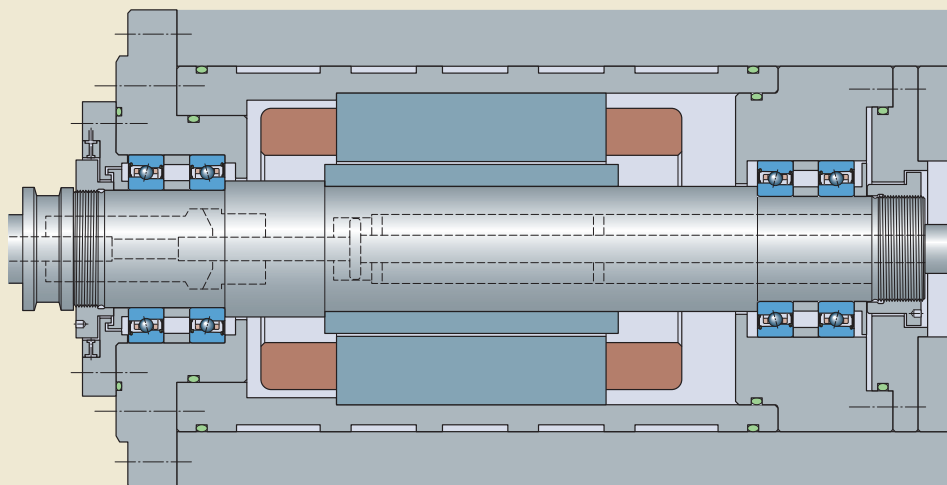
Elettromandrino in una rettificatrice per interni

Nel caso delle rettificatrici per interni ad alta velocità, per cui è richiesto un elevato grado di rigidità, è possibile installare, sull'estremità non-utensile del mandrino, due coppie di cuscinetti obliqui a sfere Super-precision in disposizione ad "O", come ad es. S7014 CB/P4ADT (HX70 /S 7CE1 T) e S71910 CB/P4ADT (HB50 /S 7CE1 T), precaricate mediante molla.



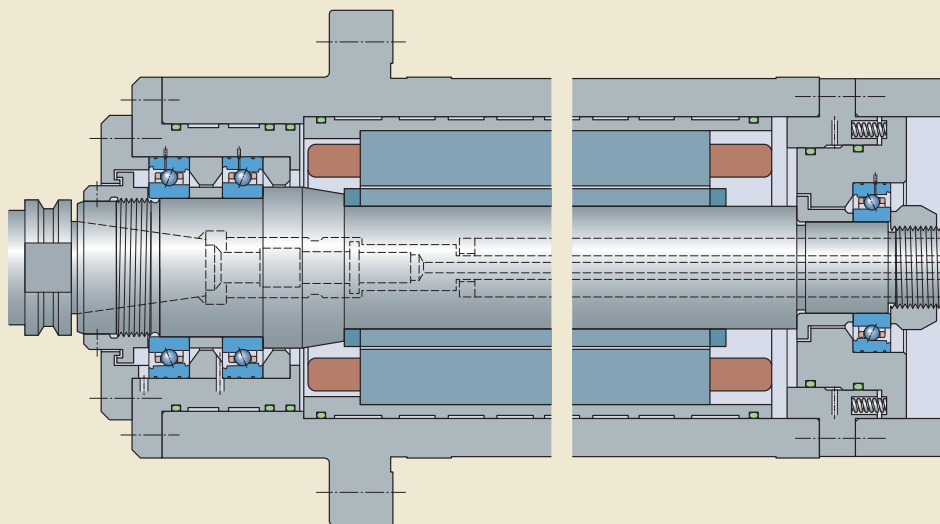
Elettromandrino in una fresatrice ad alta velocità

Negli ambienti contaminati delle fresatrici ad alta velocità, per cui è richiesto un elevato grado di rigidità e in cui lo spazio radiale è limitato, si possono utilizzare due gruppi di cuscinetti obliqui a sfere ibridi Super-precision schermati in disposizione ad "O", come ad es. S7014 ACB/HCP4ADBB (HX70 /S/NS 7CE3 DDM) e S7012 ACB/HCP4ADBB (HX60 /S/NS 7CE3 DDM), ognuno dotato di un gruppo di distanziali appaiati di precisione.



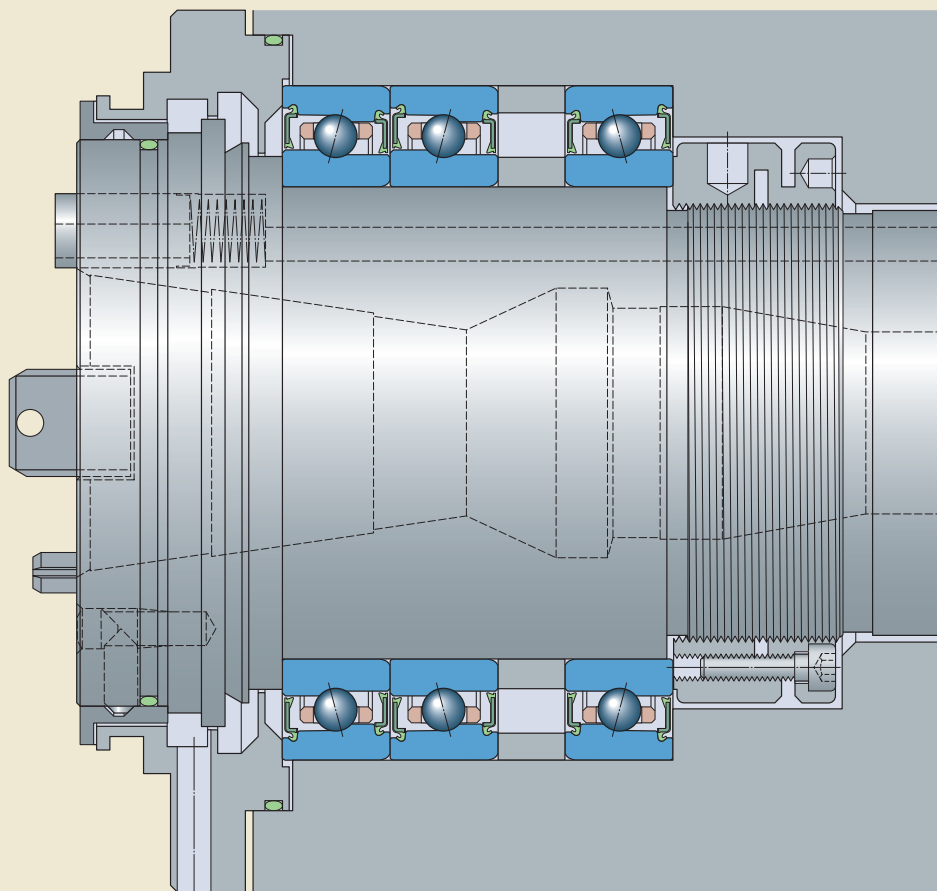
Elettromandrino in una macchina per il taglio dei metalli ad alta velocità

Nel caso dei mandrini lubrificati a olio dei macchinari per il taglio dei metalli, dove le velocità sono eccezionalmente elevate e i carichi leggeri, si può installare, sull'estremità utensile, una disposizione ad "O" composta da cuscinetti obliqui a sfere Super-precision nella versione aperta, come ad es. 7020 ACB/P4ALDT (HX100 /GH 7CE3 T) e 7016 ACB/P4AL (HX80 /GH 7CE3), dotata di un gruppo di distanziali appaiati di precisione.



Mandrino della testa di fresatura

Nel caso dei mandrini delle teste di fresatura, in cui sono presenti velocità elevate e per cui è richiesto un elevato grado di rigidità, è possibile installare un gruppo di tre cuscinetti obliqui a sfere Super-precision schermati e per montaggio universale, come ad es. S71914 ACBGA/HCP4A (HB70 /S/NS 7CE3 UL).



Lubrificazione e manutenzione

Il calore prodotto dall'attrito costituisce una minaccia costante per le attrezzature di produzione. Un sistema per ridurre il calore e il tasso di usura associati all'attrito, soprattutto nei cuscinetti, è assicurarsi che le parti mobili ricevano la giusta quantità di lubrificante.

Per permettere la formazione di una pellicola di lubrificante adeguata tra le sfere e le piste dei cuscinetti obliqui a sfere Super-precision, è necessaria solo una piccolissima quantità di lubrificante. Con la lubrificazione a grasso, le perdite idrodinamiche per attrito sono di piccola entità e la temperatura di esercizio può essere mantenuta al minimo. Tuttavia, quando le velocità sono sempre molto elevate (di norma un fattore velocità $A > 1\,800\,000$ mm/min), si consiglia la lubrificazione a olio per i cuscinetti, poiché in tali condizioni la durata operativa del grasso sarebbe troppo breve e l'olio garantirebbe anche il vantaggio del raffreddamento.

Cuscinetti schermati

In condizioni di esercizio normali, i cuscinetti schermati SKF-SNFA delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) non richiedono alcuna rilubrificazione, poiché vengono

Tabella 1

Specifiche tecniche del grasso nei cuscinetti schermati	
Proprietà	Specifiche grasso
Addensante	Sapone speciale di litio
Tipo di olio base	Estere/PAO
Classe di consistenza NLGI	2
Gamma di temperature [°C] [°F]	da -40 a +120 da -40 a +250
Viscosità cinematica [mm ² /s] a 40 °C a 100 °C	25 6

lubrificati di serie, con un grasso di alta qualità con basso coefficiente di viscosità. Le caratteristiche di questo grasso sono elencate di seguito:

- idoneo per velocità elevate (fattore velocità A fino a 1 600 000 mm/min)
- eccellenti proprietà di resistenza all'invecchiamento
- ottime proprietà antiruggine

Le specifiche tecniche di questo grasso sono riportate nella **Tabella 1**. Il riempimento di grasso occupa circa il 15% dello spazio libero nel cuscinetto.

Lubrificazione con grasso per cuscinetti aperti

Per la maggior parte delle applicazioni in cui vengono impiegati cuscinetti aperti nelle serie 719 .. B (HB) e 70 .. B (HX) è idoneo un grasso a base di olio minerale con addensante al litio. Questo grasso infatti, aderisce bene alle superfici del cuscinetto ed è idoneo per temperature di esercizio comprese tra -30 e +100 °C. Nelle disposizioni di cuscinetti che operano a velocità e temperature molto elevate, e per le quali è richiesta anche una lunga durata operativa, l'impiego di un grasso a base di olio sintetico, come il grasso a base di olio diestere SKF LGLT 2, ha dato ottimi risultati.

Tabella 2

Quantità di grasso di riferimento per valutare il riempimento iniziale di grasso

Cuscinetto Diametro foro d mm	Dimensioni	Quantità grasso di riferimento ¹⁾ per cuscinetti aperti nelle serie 719 .. B (HB) 70 .. B (HX)	
		G _{ref}	
		cm ³	
30	06	0,7	1,4
35	07	1,0	1,8
40	08	1,4	2,2
45	09	1,8	2,9
50	10	1,9	3,1
55	11	2,6	4,7
60	12	2,8	5,0
65	13	3,0	5,5
70	14	4,5	7,3
75	15	4,8	7,7
80	16	5,3	10,5
85	17	6,5	11,0
90	18	7,4	14,1
95	19	7,5	14,7
100	20	10,0	15,3
110	22	11,4	22,3
120	24	14,0	23,7

¹⁾ Si riferisce ad un grado di riempimento del 30%

Riempimento iniziale di grasso

Nelle applicazioni a velocità elevata, il riempimento di grasso dovrebbe occupare meno del 30% dello spazio libero nel cuscinetto. Il riempimento iniziale di grasso dipende sia dalla serie e dalle dimensioni del cuscinetto che dal fattore velocità, cioè

$$A = n d_m$$

dove

A = fattore velocità [mm/min]
 n = velocità rotazionale, [giri/min]
 $d_m = \text{diametro medio cuscinetto}$
 $= 0,5 (d + D)$ [mm]

Il riempimento iniziale di grasso per i cuscinetti aperti si può valutare utilizzando la formula

$$G = K G_{ref}$$

dove

G = riempimento iniziale di grasso [cm³]
 K = un fattore di calcolo che dipende dal fattore velocità A (→ **Diagramma 1**)
 G_{ref} = quantità di grasso di riferimento (→ **Tabella 2**) [cm³]

Rodaggio dei cuscinetti aperti e dei cuscinetti schermati lubrificati a grasso

Il funzionamento dei cuscinetti Super-precision lubrificati a grasso, inizialmente, è carat-

terizzato da un momento di attrito relativamente elevato. Se i cuscinetti vengono fatti funzionare a velocità elevate senza un periodo di rodaggio, l'aumento di temperatura può essere notevole. Il momento di attrito relativamente elevato è dovuto al movimento del grasso ed è necessario un determinato periodo di tempo, perché il grasso in eccesso venga espulso dall'area di contatto. Nel caso dei

Diagramma 1

Fattore K per valutare il riempimento iniziale di grasso

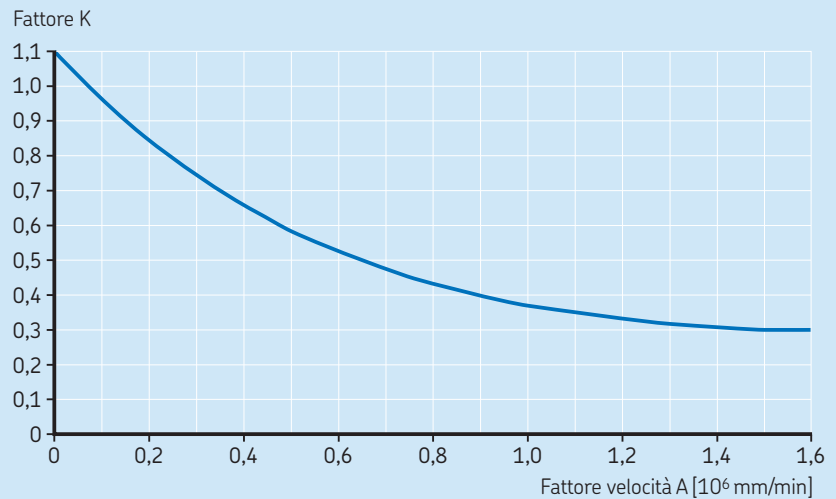
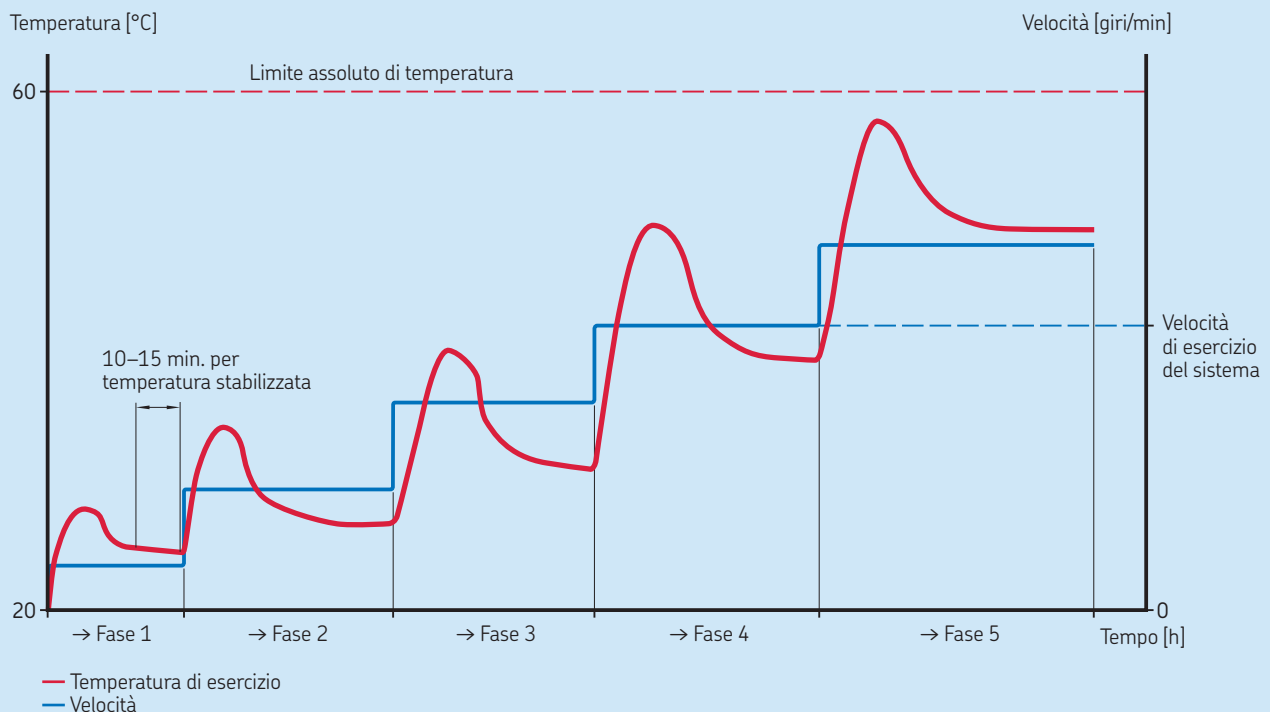


Diagramma 2

Rappresentazione grafica della procedura di rodaggio



cuscinetti aperti, questo periodo può essere ridotto al minimo applicando, durante la fase di assemblaggio, una piccola quantità di grasso distribuita uniformemente su ambo i lati del cuscinetto. Anche l'inserimento di distanziali tra due cuscinetti adiacenti si è rivelato vantaggioso (→ *Regolazione del precarico mediante distanziali*, pagina 24).

Il tempo necessario a stabilizzare la temperatura di esercizio dipende da numerosi fattori – il tipo di grasso, il riempimento iniziale, il metodo di applicazione del grasso ai cuscinetti e la procedura di rodaggio (→ **Diagramma 2 a pagina 17**).

Normalmente, se idoneamente rodati, i cuscinetti Super-precision possono operare con una quantità minima di lubrificante, il che rende possibile ottenere il minore momento di attrito e temperature più basse. Il grasso che si deposita sui lati del cuscinetto funge da riserva e l'olio fluisce sulle piste per garantire un'efficiente lubrificazione a lungo termine.

Il rodaggio può essere realizzato in molteplici modi. Se possibile, e indipendentemente dalla procedura scelta, il rodaggio dovrebbe prevedere la rotazione del cuscinetto sia in senso orario che antiorario.

La procedura di rodaggio standard può essere sintetizzata come segue:

- 1 Selezionare una velocità iniziale bassa e intervalli di incremento velocità relativamente brevi.
- 2 Stabilire un limite di temperatura assoluto, solitamente da 60 a 65 °C. Si consiglia di dotare l'attrezzatura di finecorsa per l'arresto della stessa, se la temperatura supera il limite stabilito.
- 3 Avviare la macchina alla velocità iniziale scelta.
- 4 Monitorare la temperatura effettuando le misurazioni nella posizione dell'anello esterno del cuscinetto, evitando i picchi, e attendere che si stabilizzi. Se la temperatura raggiunge il limite, interrompere il funzionamento e permettere al cuscinetto di raffreddarsi. Riavviare alla stessa velocità e attendere che la temperatura si stabilizzi.
- 5 Aumentare la velocità di un solo intervallo e ripetere la **fase 4**.
- 6 Continuare ad aumentare la velocità secondo gli intervalli stabiliti, permettendo alla temperatura di stabilizzarsi al di sotto del limite in ogni fase. Procedere finché non si raggiunge questa condizione per un intervallo di velocità maggiore rispetto alla velocità di esercizio del sistema. Ciò produce un minore aumento di tempera-

tura durante il normale esercizio. A questo punto il cuscinetto è stato rodato idoneamente.

La procedura di rodaggio standard richiede molto tempo e può durare da 8 a 10 ore.

La procedura di rodaggio abbreviata prevede una riduzione del numero di fasi. Benché ogni fase possa dover essere ripetuta più volte, ogni ciclo dura solo pochi minuti e il tempo totale per questa procedura di rodaggio è considerevolmente inferiore rispetto a quello necessario per la procedura standard.

Le fasi principali della procedura di rodaggio abbreviata possono essere sintetizzate come segue:

- 1 Scegliere una velocità iniziale pari a circa il 20-25% della velocità raggiungibile e intervalli di aumento della velocità relativamente ampi.
- 2 Stabilire un limite di temperatura assoluto, solitamente da 60 a 65 °C. Si consiglia di dotare l'attrezzatura di finecorsa per l'arresto della stessa, se la temperatura supera il limite stabilito.
- 3 Avviare la macchina alla velocità iniziale scelta.
- 4 Monitorare la temperatura effettuando le misurazioni nella posizione dell'anello esterno del cuscinetto finché la temperatura raggiunge il limite. E' necessario operare con cautela, poiché l'aumento di temperatura può essere molto rapido.
- 5 Interrompere il funzionamento e attendere che l'anello esterno del cuscinetto si raffreddi di 5-10 °C.
- 6 Riavviare alla stessa velocità una seconda volta e monitorare la temperatura finché non viene nuovamente raggiunto il limite.

7 Ripetere le **fasi 5 e 6** finché la temperatura si stabilizza al di sotto del limite. Se il picco di temperatura è inferiore al limite di allarme, il cuscinetto si considera rodato a quella specifica velocità.

8 Aumentare la velocità di un solo intervallo e ripetere le **fasi da 4 a 7**.

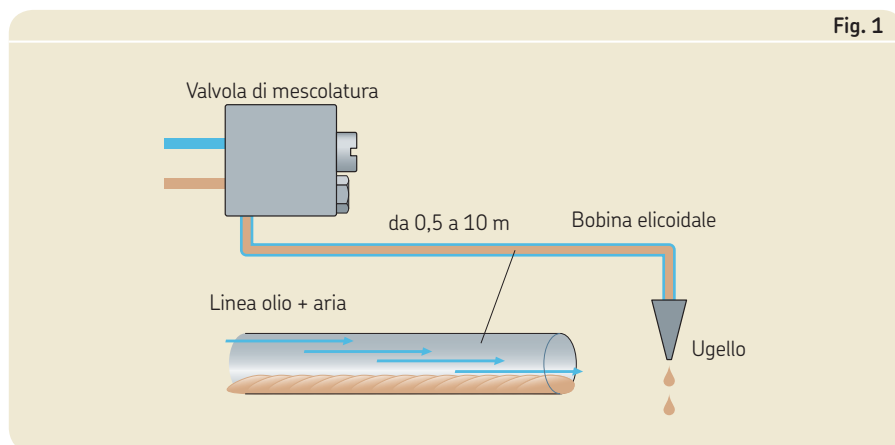
9 Ripetere la procedura di rodaggio finché il cuscinetto opera in un intervallo di velocità maggiore rispetto alla velocità di esercizio del sistema. Ciò produce un minore aumento di temperatura durante il normale esercizio. A questo punto il cuscinetto è stato rodato idoneamente.

Lubrificazione a olio per cuscinetti aperti

La lubrificazione a olio per i cuscinetti aperti delle serie 719 .. B (HB) e 70 .. B (HX) è consigliata per quelle applicazioni in cui le velocità sono talmente elevate (normalmente, fattore di velocità $A > 1\ 800\ 000$ mm/min), da rendere impossibile l'impiego di cuscinetti lubrificati con grasso.

Metodo di lubrificazione olio-aria

In alcune applicazioni di precisione, le velocità rotazionali molto elevate e le basse temperature di esercizio richieste impongono, di norma, il metodo della lubrificazione olio-aria. Con il metodo olio-aria, anche chiamato metodo a goccia d'olio, quantità accuratamente dosate di olio vengono erogate ad ogni singolo cuscinetto mediante aria compressa. Nel caso dei gruppi di cuscinetti, ogni singolo cuscinetto è dotato di iniettore di olio separato. La maggior parte dei design prevedono distanziali speciali, che incorporano ugelli per l'olio.



Per valutare la quantità di olio da erogare ad ogni cuscinetto, in caso di esercizio a velocità molto elevate, si può utilizzare la formula

$$Q = 1,3 d_m$$

dove

$$Q = \text{portata dell'olio [mm}^3/\text{h]}$$

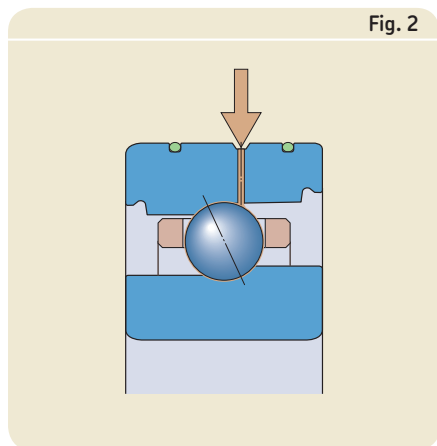
$$d_m = \text{diametro medio cuscinetto}$$

$$= 0,5 (d + D) [\text{mm}]$$

La portata dell'olio così calcolata deve essere verificata durante l'esercizio e regolata in funzione delle temperature risultanti.

L'olio viene erogato, da un dosatore, alle linee di mandata ad intervalli regolari. L'olio ricopre la superficie interna delle linee di mandata e "striscia" verso gli ugelli (→ fig. 1), tramite i quali viene erogato ai cuscinetti. Gli ugelli per l'olio devono essere posizionati in maniera idonea (→ Tabella 3) per garantire che l'olio venga erogato all'area di contatto tra sfere e piste e per evitare interferenze con la gabbia.

Per i cuscinetti obliqui a sfere Super-precision, normalmente, sono consigliati tipi di olio di alta qualità senza additivi EP. Solitamente, vengono utilizzati oli con una viscosità compresa tra 40 e 100 mm²/s a 40 °C. Si consiglia, inoltre, l'impiego di un filtro per evitare che particelle > 5 µm raggiungano i cuscinetti.



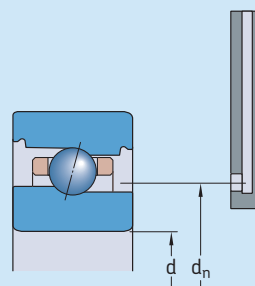
Cuscinetti aperti per lubrificazione a olio diretta

Per le applicazioni in cui una quantità minima di lubrificante deve essere erogata in maniera diretta e sicura attraverso l'anello esterno, si consiglia l'impiego di cuscinetti aperti con una scanalatura anulare e due fori di lubrificazione nell'anello esterno (→ fig. 2). Per evitare perdite di olio tra il diametro esterno del cuscinetto e il foro dell'alloggiamento, la superficie cilindrica dell'anello esterno è dotata di due scanalature anulari supplementari per accogliere gli O-ring.

Questo tipo di cuscinetti viene identificato dal suffisso L (GH) nella denominazione ed è disponibile per cuscinetti con diametro foro $d \geq 40$ mm.

Tabella 3

Posizione degli ugelli olio per la lubrificazione olio-aria



Cuscinetto Diametro foro d	Dimensioni	Posizione ugello olio per cuscinetti aperti nelle serie 719 .. B (HB) 70 .. B (HX)	
		d_n	
mm	–	mm	
30	06	36,6	40
35	07	43	46,1
40	08	49,1	51,6
45	09	54,2	57,2
50	10	58,7	61,8
55	11	64,8	69,2
60	12	69,8	74,2
65	13	74,8	79
70	14	81,9	86,1
75	15	86,9	91,1
80	16	91,7	98
85	17	99,2	103
90	18	103,9	110
95	19	109	115
100	20	116,1	120
110	22	125,7	134,6
120	24	138,2	144,7

Cuscinetti – dati generali

Dimensioni d'ingombro

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti obliqui a sfere Super-precision SKF-SNFA sono conformi alla ISO 15:1998:

- Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti nella serie S719 .. B (HB .. /S) sono conformi alla serie dimensionale ISO 19.
- Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti nella serie S70 .. B (HX .. /S) sono conformi alla serie dimensionale ISO 10.

Dimensioni del raccordo

I valori minimi per le dimensioni del raccordo in direzione radiale (r_1, r_3) e in direzione assiale (r_2, r_4) sono riportati nelle tabelle di prodotto. I valori per il raccordo sull'anello interno e sul lato assiale di quello esterno sono conformi alla ISO 15:1998. I valori per il lato non assiale dell'anello esterno sono minori rispetto a quelli per il lato assiale.

I limiti massimi ammissibili per il raccordo sono conformi alla ISO 582:1995.

Tolleranze

I cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono prodotti, nella versione standard, secondo la classe di tolleranza P4A. Su richiesta, possono essere forniti cuscinetti secondo la classe di tolleranza PA9A, di maggiore precisione.

I valori di tolleranza sono elencati come descritto di seguito:

- classe di tolleranza P4A (migliore rispetto alla ABEC 7) nella **Tabella 1**
- classe di tolleranza PA9A (migliore rispetto alla ABEC 9) nella **Tabella 2**

Tabella 1

Tolleranze della classe P4A

Anello interno		Δ_{dmp}		Δ_{ds}		V_{dp}	V_{dmp}	Δ_{Bs}		Δ_{B1s}		V_{Bs}	K_{ia}	S_d	S_{ia}
oltre	incl.	elevata bassa		elevata bassa		max	max	elevata bassa		elevata bassa		max	max	max	max
mm		μm		μm		μm	μm	μm		μm		μm	μm	μm	μm
18	30	0	-5	0	-5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-6	0	-6	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-7	0	-7	2	1,5	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-8	0	-8	2,5	1,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
Anello esterno		Δ_{Dmp}		Δ_{Ds}		V_{Dp}	V_{Dmp}	$\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$		V_{Cs}	K_{ea}	S_D	S_{ea}		
oltre	incl.	elevata bassa		elevata bassa		max	max			max	max	max	max		
mm		μm		μm		μm	μm			μm	μm	μm	μm		
30	50	0	-6	0	-6	2	1,5	I valori sono identici a quelli per l'anello interno dello stesso cuscinetto ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$)		1,5	2,5	1,5	2,5		
50	80	0	-7	0	-7	2	1,5			1,5	4	1,5	4		
80	120	0	-8	0	-8	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5		
120	150	0	-9	0	-9	4	1,5			2,5	5	2,5	5		
150	180	0	-10	0	-10	6	3			4	6	4	6		

Precarico del cuscinetto

I cuscinetti obliqui a sfere Super-precision singoli non presentano alcun precarico. Il precarico si può ottenere solamente posizionando un cuscinetto contro un altro cuscinetto, per realizzare il vincolo nella direzione opposta.

Precarico in gruppi di cuscinetti per montaggio universale e gruppi di cuscinetti appaiati prima del montaggio

I cuscinetti per montaggio universale e i gruppi di cuscinetti appaiati vengono prodotti in modo da ottenere, prima del montaggio, un determinato precarico, quando i cuscinetti vengono posizionati gli uni contro gli altri.

Per soddisfare i molteplici requisiti in termini di velocità rotazionale e rigidità, i cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) vengono prodotti secondo classi di precarico differenti:

- classe A (L), precarico leggero
- classe B (M), precarico moderato
- classe C (F), precarico pesante

Il livello di precarico dipende dalla serie del cuscinetto, dall'angolo di contatto e dalle dimensioni del cuscinetto e si applica ai gruppi composti da due cuscinetti in disposizione ad "O" oppure a "X", come riportato nella **Tabella 3 a pagina 22**.

I gruppi composti da tre o quattro cuscinetti presentano un precarico maggiore rispetto a quelli con due cuscinetti. Il precarico di questi gruppi di cuscinetti si ottiene

moltiplicando i valori riportati nella **Tabella 3 a pagina 22** per un fattore di:

- 1,35 per disposizioni TBT (TD) e TFT (TF)
- 1,6 per disposizioni QBT (3TD) e QFT (3TF)
- 2 per disposizioni QBC (TDT) and QFC (TFT)

Su richiesta, è possibile fornire cuscinetti con un precarico speciale. Questi gruppi di cuscinetti sono identificati con il suffisso G nella denominazione, seguito da un numero che indica il valore del precarico espresso in daN. Il precarico speciale non è applicabile per gruppi di cuscinetti per montaggio universale che sono formati da tre o più cuscinetti (suffissi TG e GQ).



Tabella 2

Tolleranze classe PA9A

Anello interno		Δ_{dmp}		Δ_{ds}		V_{dp}	V_{dmp}	Δ_{Bs}		Δ_{B1s}		V_{Bs}	K_{ia}	S_d	S_{ia}
oltre	incl.	elevata bassa		elevata bassa		max	max	elevata bassa		elevata bassa		max	max	max	max
mm		μm		μm		μm	μm	μm		μm		μm	μm	μm	μm
18	30	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	2	1,5	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-5	0	-5	2,5	1,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5

Anello esterno		Δ_{Dmp}		Δ_{Ds}		V_{Dp}	V_{Dmp}	$\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$		V_{Cs}	K_{ea}	S_D	S_{ea}
oltre	incl.	elevata bassa		elevata bassa		max	max			max	max	max	max
mm		μm		μm		μm	μm			μm	μm	μm	μm
30	50	0	-4	0	-4	2	1,5	I valori sono identici a quelli per l'anello interno dello stesso cuscinetto ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$)		1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	2	1,5			1,5	4	1,5	4
80	120	0	-5	0	-5	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5
120	150	0	-5	0	-5	2,5	1,5			2,5	5	2,5	5
150	180	0	-7	0	-7	4	3			2,5	5	2,5	5

Precarico in gruppi di cuscinetti dopo il montaggio

I gruppi di cuscinetti per montaggio univernale e i gruppi di cuscinetti appaiati, dopo il montaggio, presentano un precarico maggiore rispetto a quello che gli viene conferito durante la fase di produzione. L'aumento del precarico dipende, principalmente, dalle tolleranze effettive per le sedi del cuscinetto sull'albero e nel foro dell'alloggiamento.

L'aumento del precarico può anche essere causato da scostamenti dei parametri geometrici dei componenti correlati, come la cilindricità, la perpendicolarità o la concentricità delle sedi del cuscinetto.

Un aumento di precarico durante l'esercizio può anche essere dovuto a:

- velocità rotazionale dell'albero per disposizioni a posizione costante
- differenze di temperatura tra anello interno, anello esterno e sfere
- differenti coefficienti di dilatazione termica per i materiali dell'albero e dell'alloggiamento – rispetto all'acciaio per cuscinetti

Se i cuscinetti vengono montati senza interferenza su un albero in acciaio e in un alloggiamento a parete spessa in acciaio o in ghisa, il precarico può essere determinato con sufficiente precisione dalla formula

$$G_m = f f_1 f_2 f_{HC} G_{A,B,C}$$

dove

G_m = precarico nel gruppo di cuscinetti dopo il montaggio [N]

$G_{A,B,C}$ = precarico del gruppo di cuscinetti prima del montaggio (→ **Tabella 3**) [N]

f = un fattore relativo al cuscinetto che dipende dalla serie e dalle dimensioni del cuscinetto stesso (→ **Tabella 4**)

f_1 = un fattore di correzione determinato dall'angolo di contatto (→ **Tabella 5**)

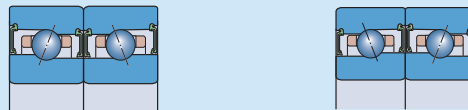
f_2 = un fattore di correzione determinato dalla classe di precarico (→ **Tabella 5**)

f_{HC} = un fattore di correzione per cuscinetti ibridi (→ **Tabella 5**)

Possono essere necessari accoppiamenti molto più vincolanti, ad esempio nel caso dei mandrini ad altissima velocità, in cui le forze centrifughe possono allentare l'anello interno nella sua sede sull'albero. Queste disposizioni di cuscinetti devono essere analizzate molto attentamente.

Tabella 3

Precarico assiale di cuscinetti per montaggio universale e coppie di cuscinetti appaiati prima del montaggio, in disposizione ad "O" oppure a "X"



Cuscinetto Diametro foro	Dimensioni	Precarico assiale dei cuscinetti nelle serie ¹⁾ S719 CB (HB/S/CE1) S719 CB/HC (HB/S/NS/CE1) per classe di precarico			S719 ACB (HB/S/CE3) S719 ACB/HC (HB/S/NS/CE3) per classe di precarico			S70 CB (HX/S/CE1) S70 CB/HC (HX/S/NS/CE1) per classe di precarico			S70 ACB (HX/S/CE3) S70 ACB/HC (HX/S/NS/CE3) per classe di precarico		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
d	–	N											
mm	–	N											
30	06	16	32	96	27	54	160	21	42	125	36	72	215
35	07	17	34	100	29	58	175	23	46	140	38	76	230
40	08	18	36	110	31	62	185	24	48	145	41	82	245
45	09	24	48	145	41	82	245	31	62	185	54	110	330
50	10	26	52	155	43	86	260	33	66	200	56	110	330
55	11	33	66	200	55	110	330	46	92	275	78	155	470
60	12	34	68	205	57	115	340	48	96	290	80	160	480
65	13	35	70	210	60	120	360	49	98	295	85	170	510
70	14	45	90	270	75	150	450	64	130	390	110	220	660
75	15	46	92	275	80	160	480	65	130	390	115	230	690
80	16	52	105	310	87	175	520	78	155	470	150	300	900
85	17	54	110	325	93	185	560	80	160	480	150	300	900
90	18	59	120	355	100	200	600	92	185	550	160	320	960
95	19	60	120	360	105	210	630	94	190	570	165	330	990
100	20	72	145	430	125	250	750	96	190	570	165	330	990
110	22	86	170	515	145	290	870	125	250	750	210	420	1 260
120	24	90	180	540	155	310	930	130	260	780	220	440	1 320

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti. I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Precarico con forza costante

Nelle applicazioni di precisione a velocità molto elevate è importante garantire un precarico costante e uniforme. Per mantenere il giusto precarico, si possono montare molle lineari calibrate tra un anello esterno del cuscinetto e lo spallamento dell'alloggiamento (→ **fig. 1**). Grazie alle molle, il comportamento cinematico del cuscinetto non influirà sul precarico, in condizioni normali di esercizio. Si ricorda, tuttavia, che una disposizione di cuscinetti caricata mediante molla presenta un grado di rigidità minore rispetto ad una disposizione che sfrutta lo spostamento assiale per ottenere il precarico.

Precarico mediante spostamento assiale

La rigidità e la guida assiale di precisione sono parametri critici nelle disposizioni di cuscinetti, soprattutto in presenza di forze assiali alternate. In questi casi, il precarico nei cuscinetti si ottiene, solitamente, registrando reciprocamente gli anelli del cuscinetto in direzione assiale. Questo metodo per ottenere il precarico offre vantaggi significativi in termini di rigidità di sistema. Tuttavia, in base alla serie dei cuscinetti, all'angolo di contatto e al materiale delle sfere, il precarico aumenta considerevolmente con la velocità rotazionale.

I cuscinetti per montaggio universale e i gruppi di cuscinetti appaiati sono prodotti in modo tale che, se montati idoneamente, si ottiene lo spostamento assiale predeterminato e, di conseguenza, il precarico idoneo. Nel caso dei cuscinetti singoli, si devono utilizzare distanziali accoppiati di precisione.

Fig. 1

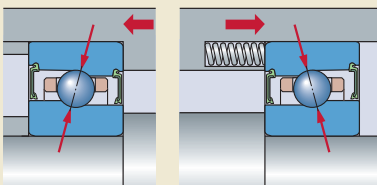


Tabella 4

Fattore f del cuscinetto per calcolare il precarico in gruppi di cuscinetti dopo il montaggio

Cuscinetto Diametro foro	Dimensioni	Fattore f del cuscinetto per cuscinetti delle serie ¹⁾	
		S719 .. B (HB .. /S)	S70 .. B (HX .. /S)
d			
mm	–	–	–
30	06	1,07	1,03
35	07	1,06	1,04
40	08	1,06	1,04
45	09	1,08	1,05
50	10	1,09	1,06
55	11	1,09	1,06
60	12	1,11	1,06
65	13	1,13	1,07
70	14	1,1	1,07
75	15	1,11	1,08
80	16	1,13	1,07
85	17	1,11	1,08
90	18	1,12	1,07
95	19	1,13	1,07
100	20	1,11	1,08
110	22	1,14	1,07
120	24	1,13	1,08

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti.

Tabella 5

Fattori di correzione per calcolare il precarico in gruppi di cuscinetti dopo il montaggio

Serie del cuscinetto ¹⁾	Fattori di correzione			f_{HC}	
	f_1	f_2 per classe di precarico			
		A	B	C	
S719 CB (HB .. /S CE1)	1	1	1,02	1,07	1
S719 ACB (HB .. /S CE3)	0,99	1	1,02	1,07	1
S719 CB/HC (HB .. /S/NS CE1)	1	1	1,03	1,08	1,01
S719 ACB/HC (HB .. /S/NS CE3)	0,99	1	1,02	1,08	1,01
S70 CB (HX .. /S CE1)	1	1	1,02	1,05	1
S70 ACB (HX .. /S CE3)	0,99	1	1,01	1,04	1
S70 CB/HC (HX .. /S/NS CE1)	1	1	1,02	1,05	1,01
S70 ACB/HC (HX .. /S/NS CE3)	0,99	1	1,02	1,05	1,01

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti. I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Regolazione del precarico mediante distanziali

Il precarico può essere aumentato o diminuito inserendo tra i cuscinetti distanziali accoppiati di precisione. Questi distanziali possono anche essere utilizzati per

- aumentare la rigidità del sistema
- creare un serbatoio di riserva del grasso sufficientemente ampio tra due cuscinetti
- creare uno spazio per gli ugelli per la lubrificazione olio-aria

Il precarico in un gruppo di cuscinetti può essere regolato rettificando la faccia laterale del distanziale interno o esterno.

Nella **Tabella 6** sono riportate informazioni in merito a quale distanziale ridurre e sugli effetti di tale operazione. I valori di riferimento per la riduzione necessaria della lunghezza totale dei distanziali sono elencati nella **Tabella 7**.

Per ottenere le migliori prestazioni dai cuscinetti, i distanziali non devono subire deformazioni sotto carico. Devono essere realizzati in acciaio di alta qualità, che possa essere temprato per ottenere una durezza da 45 a 60 HRC. Si deve prestare particolare attenzione al parallelismo delle superfici della faccia laterale, per cui lo scostamento massimo ammissibile di forma non deve superare valori da 1 a 2 µm.

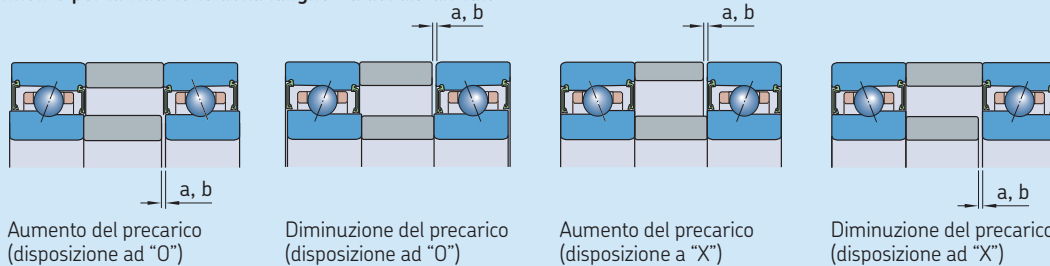
Tabella 6

Linee guida per la modifica dei distanziali

Cambio del precarico di un gruppo di cuscinetti	Riduzione della lunghezza del distanziale Valore	Distanziale richiesto tra cuscinetti in disposizione ad "0" a "X"	
Aumento del precarico			
da A a B	a	interno	esterno
da B a C	b	interno	esterno
da A a C	a + b	interno	esterno
Riduzione del precarico			
da B ad A	a	esterno	interno
da C a B	b	esterno	interno
da C ad A	a + b	esterno	interno

Tabella 7

Valori di riferimento per la riduzione della lunghezza del distanziale



Cuscinetto Diametro foro d	Dimensioni	Riduzione necessaria della lunghezza del distanziale per cuscinetti nelle serie ¹⁾							
		S719 CB (HB/S CE1)		S719 ACB (HB/S CE3)		S70 CB (HX/S CE1)		S70 ACB (HX/S CE3)	
mm	–	a	b	a	b	a	b	a	b
30	06	3	8	2	6	3	10	2	7
35	07	3	8	2	6	3	10	2	7
40	08	3	8	2	6	3	10	2	7
45	09	3	9	2	6	4	10	3	7
50	10	3	9	2	6	4	11	3	7
55	11	4	11	2	7	4	12	3	9
60	12	4	11	2	7	4	13	3	9
65	13	4	11	2	7	5	13	3	9
70	14	4	12	3	8	5	15	3	10
75	15	4	12	3	8	5	15	3	10
80	16	4	12	3	8	6	16	4	12
85	17	4	12	3	8	6	16	4	12
90	18	5	13	3	9	7	18	4	13
95	19	5	13	3	9	7	18	4	13
100	20	5	14	3	9	7	18	4	13
110	22	5	16	4	10	7	19	4	13
120	24	5	16	4	10	7	19	4	13

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti. I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Influenza della velocità rotazionale sul precarico

Utilizzando degli estensimetri, la SKF ha potuto stabilire che, a velocità molto elevate, si verifica un notevole aumento del precarico. Ciò è dovuto, principalmente, alle potenti forze centrifughe che agiscono sulle sfere, causando lo spostamento delle stesse all'interno del cuscinetto. Se paragonati ai cuscinetti con sfere in acciaio, quelli ibridi possono raggiungere velocità rotazionali molto più elevate, senza che si verifichi nessun aumento significativo del precarico, poiché la massa delle loro sfere è minore.

Rigidità assiale del cuscinetto

La rigidità assiale dipende dalla deformazione del cuscinetto sotto carico e può essere espressa come il rapporto tra il carico e la resilienza del cuscinetto. Tuttavia, dato che la resilienza dei cuscinetti volventi non dipende linearmente dal carico, anche la rigidità assiale è in funzione del carico. Anche se i valori esatti di rigidità assiale per i cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) possono essere calcolati, per un determinato precarico, applicando metodi computerizzati avanzati, nella **Tabella 8** sono riportati dei valori di riferimento. Questi valori si applicano a gruppi di cuscinetti montati in condizioni statiche e composti da due cuscinetti con sfere in acciaio disposti ad "O" oppure ad "X" e soggetti a carichi moderati.

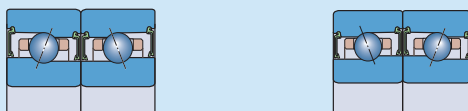
I gruppi composti da tre o quattro cuscinetti possono garantire un grado maggiore di rigidità assiale, rispetto ai gruppi con due cuscinetti. La rigidità assiale di questi gruppi può essere calcolata moltiplicando i valori della **Tabella 8** per un fattore che dipende dalla disposizione e dalla classe di precarico dei cuscinetti:

- 1,45 per disposizioni TBT (TD) e TFT (TF)
- 1,8 per disposizioni QBT (3TD) e QFT (3TF)
- 2 per disposizioni QBC (TDT) e QFC (TFT)

Nei cuscinetti ibridi, la rigidità assiale può essere calcolata nello stesso modo utilizzato per i cuscinetti con sfere in acciaio, ma il valore ottenuto dovrà poi essere moltiplicato per un fattore pari a 1,11 (per tutte le disposizioni e classi di precarico).

Tabella 8

Rigidità assiale statica per coppie di cuscinetti in disposizione ad "O" oppure a "X"



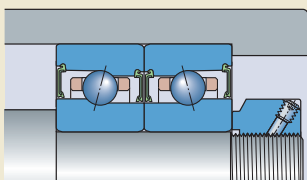
Cuscinetto		Rigidità assiale statica di cuscinetti con sfere in acciaio delle serie ¹⁾											
Diametro foro	Dimensioni	S719 CB (HB/S CE1) per classe di precarico			S719 ACB (HB/S CE3) per classe di precarico			S70 CB (HX/S CE1) per classe di precarico			S70 ACB (HX/S CE3) per classe di precarico		
d		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mm	–	N/μm											
30	06	16	20	33	68	87	130	22	29	46	100	126	190
35	07	17	22	34	74	95	142	25	33	52	106	136	204
40	08	19	24	39	84	107	158	28	36	57	121	158	233
45	09	22	29	47	98	126	190	31	40	64	138	183	280
50	10	24	32	50	102	132	202	33	43	69	147	183	273
55	11	24	32	53	106	136	206	38	50	80	170	215	331
60	12	26	34	54	112	146	214	41	54	86	178	225	338
65	13	27	36	58	122	158	238	41	54	85	185	239	359
70	14	31	39	63	132	167	251	47	63	99	212	268	405
75	15	32	42	68	148	190	287	50	65	104	235	299	451
80	16	33	44	68	140	184	272	52	68	109	278	353	529
85	17	35	47	74	158	201	308	54	71	112	278	353	533
90	18	34	46	72	152	192	294	54	71	112	246	317	480
95	19	36	46	74	164	208	317	56	74	117	258	330	497
100	20	45	60	95	205	266	403	58	76	120	262	337	510
110	22	46	59	96	201	257	392	71	93	147	309	396	597
120	24	49	65	104	225	290	437	75	98	156	333	427	641

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti. I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Accoppiamento e serraggio degli anelli del cuscinetto

Di norma, i cuscinetti obliqui a sfere Super-precision vengono vincolati assialmente sugli alberi o negli alloggiamenti mediante ghiera di bloccaggio di precisione (→ **fig. 2**) o coperchi di estremità. Per garantire un bloccaggio affidabile, questi componenti richiedono un'elevata precisione geometrica e una buona resistenza meccanica.

Fig. 2



La coppia di serraggio M_t , per le ghiera di bloccaggio di precisione o i bulloni dei coperchi di estremità, deve essere sufficiente a evitare movimenti relativi dei componenti adiacenti, a mantenere la posizione del cuscinetto senza che si verifichino deformazioni e a ridurre al minimo la fatica del materiale.

Calcolo della coppia di serraggio M_t

E' difficile calcolare accuratamente la coppia di serraggio M_t . Le formule seguenti possono essere utilizzate come linee guida, ma i risultati dovranno essere verificati in esercizio.

La forza di serraggio assiale per una ghiera di bloccaggio di precisione o per i bulloni di un coperchio di estremità è data da

$$P_a = F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C}$$

La coppia di serraggio per una ghiera di bloccaggio di precisione è data da

$$M_t = K P_a \\ = K [F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C}]$$

La coppia di serraggio per i bulloni di un coperchio di estremità è data da

$$M_t = \frac{K P_a}{N_b}$$

$$M_t = \frac{K [F_s + (N_{cp}F_c) + G_{A,B,C}]}{N_b}$$

dove

M_t = coppia di serraggio [Nmm]

P_a = forza di serraggio assiale [N]

F_s = forza di serraggio assiale minima (→ **Tabella 9**) [N]

F_c = forza di accoppiamento assiale (→ **Tabella 9**) [N]

$G_{A,B,C}$ = precarico del gruppo di cuscinetti prima del montaggio (→ **Tabella 3 a pagina 22**) [N]

N_{cp} = numero di cuscinetti precaricati

N_b = numero di bulloni del coperchio di estremità

K = un fattore di calcolo determinato dalla filettatura (→ **Tabella 10**)

Tabella 9

Forza di serraggio assiale minima e forza di accoppiamento assiale per ghiera di bloccaggio di precisione e coperchi di estremità

Cuscinetto Diametro foro d	Dimensioni	Minima forza di bloccaggio assiale per cuscinetti nelle serie ¹⁾		Forza di accoppiamento assiale per cuscinetti nelle serie ¹⁾	
		S719 .. B (HB .. /S) F_s	S70 .. B (HX .. /S)	S719 .. B (HB .. /S) F_c	S70 .. B (HX .. /S)
mm	–	N		N	
30	06	1 900	2 500	300	550
35	07	2 600	3 300	440	750
40	08	3 100	4 100	500	750
45	09	3 800	4 500	480	750
50	10	3 100	5 000	380	650
55	11	4 100	6 000	430	800
60	12	4 500	6 500	400	750
65	13	4 800	7 000	370	700
70	14	6 500	8 500	500	800
75	15	6 500	9 000	480	750
80	16	7 000	11 000	650	1 200
85	17	9 000	11 000	900	1 400
90	18	9 500	16 000	850	1 700
95	19	10 000	14 000	850	1 500
100	20	12 000	15 000	1 000	1 400
110	22	13 000	20 000	900	1 800
120	24	16 000	22 000	1 200	1 900

¹⁾ Dati validi anche per i cuscinetti aperti.

Capacità di carico dei gruppi di cuscinetti

I valori riportati nelle tabelle di prodotto per il coefficiente di carico dinamico base C, il coefficiente di carico statico base C₀ e il limite di carico a fatica P_u sono validi per cuscinetti singoli. Per quanto riguarda i gruppi di cuscinetti, si devono moltiplicare i valori relativi ai cuscinetti singoli per uno dei fattori di calcolo riportati nella **Tabella 11**.

Tabella 10

Fattore K per il calcolo della coppia di serraggio

Diametro nominale filettatura ¹⁾	Fattore K per ghiera di bloccaggio di precisione e bulloni dei coperchi di estremità	
–	–	–
M 4	–	0,8
M 5	–	1
M 6	–	1,2
M 8	–	1,6
M 10	1,4	2
M 12	1,6	2,4
M 14	1,9	2,7
M 15	2	2,9
M 16	2,1	3,1
M 17	2,2	–
M 20	2,6	–
M 25	3,2	–
M 30	3,9	–
M 35	4,5	–
M 40	5,1	–
M 45	5,8	–
M 50	6,4	–
M 55	7	–
M 60	7,6	–
M 65	8,1	–
M 70	9	–
M 75	9,6	–
M 80	10	–
M 85	11	–
M 90	11	–
M 95	12	–
M 100	12	–
M 105	13	–
M 110	14	–
M 120	15	–
M 130	16	–
M 140	17	–
M 150	18	–
M 160	19	–

¹⁾ Valido solo per filettature fini

Carichi equivalenti sul cuscinetto

Quando si deve stabilire il carico equivalente sul cuscinetto per i cuscinetti precaricati, si deve tenere in considerazione il precarico. In base alle condizioni di esercizio, la componente assiale richiesta del carico sul cuscinetto F_a, per una coppia di cuscinetti disposti ad “O” oppure a “X”, può essere calcolata approssimativamente usando le formule seguenti.

Per coppie di cuscinetti sottoposte a carico radiale e montate con interferenza

$$F_a = G_m$$

Per coppie di cuscinetti sottoposte a carico radiale e precaricate mediante molle

$$F_a = G_{A,B,C}$$

Per coppie di cuscinetti sottoposte a carico assiale e montate con interferenza

$$F_a = G_m + 0,67 K_a \quad \text{se } K_a \leq 3 G_m$$

$$F_a = K_a \quad \text{se } K_a > 3 G_m$$

Per coppie di cuscinetti sottoposte a carico assiale e precaricate mediante molle

$$F_a = G_{A,B,C} + K_a$$

dove

- F_a = componente assiale del carico [N]
- G_{A,B,C} = precarico del gruppo di cuscinetti prima del montaggio (→ **Tabella 3 a pagina 22**) [N]
- G_m = precarico nella coppia di cuscinetti dopo il montaggio (→ *Precarico in gruppi di cuscinetti dopo il montaggio, pagina 22*) [N]
- K_a = forza assiale esterna che agisce su un singolo cuscinetto [N]

Tabella 11

Fattori di calcolo per la capacità di carico di gruppi di cuscinetti

Numero di cuscinetti	Fattore di calcolo per		
	C	C ₀	P _u
2	1,62	2	2
3	2,16	3	3
4	2,64	4	4

Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Per cuscinetti singoli e cuscinetti appaiati in tandem

$$P = F_r \quad \text{se } F_a/F_r \leq e$$

$$P = XF_r + YF_a \quad \text{se } F_a/F_r > e$$

Per coppie di cuscinetti, disposte ad "O" oppure a "X"

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{se } F_a/F_r \leq e$$

$$P = XF_r + Y_2 F_a \quad \text{se } F_a/F_r > e$$

dove

P = carico dinamico equivalente del gruppo di cuscinetti [kN]

F_r = componente radiale del carico che agisce sul gruppo di cuscinetti [kN]

F_a = componente assiale del carico che agisce sul gruppo di cuscinetti [kN]

I valori per i fattori di calcolo e , X , Y , Y_1 e Y_2 dipendono dall'angolo di contatto del cuscinetto e sono riportati nelle **tabelle 12** e **13**. Per i cuscinetti con un angolo di contatto di 15° i fattori dipendono anche dalla relazione $f_0 F_a / C_0$, dove f_0 è il fattore di calcolo e C_0 è il coefficiente base di carico statico, ed entrambi sono riportati nelle tabelle di prodotto.

Carico statico equivalente sul cuscinetto

Per cuscinetti singoli e cuscinetti appaiati in tandem

$$P_0 = 0,5 F_r + Y_0 F_a$$

Per coppie di cuscinetti, disposte ad "O" oppure a "X"

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

dove

P_0 = carico statico equivalente del gruppo di cuscinetti [kN]

F_r = componente radiale del carico che agisce sul gruppo di cuscinetti [kN]

F_a = componente assiale del carico che agisce sul gruppo di cuscinetti [kN]

Se $P_0 < F_r$, si dovrebbe applicare $P_0 = F_r$. I valori per il fattore di calcolo Y_0 dipendono dall'angolo di contatto del cuscinetto e sono riportati nelle **tabelle 12** e **13**.

Tabella 12

Fattori di calcolo per cuscinetti singoli e cuscinetti appaiati in tandem

$f_0 F_a / C_0$	Fattori di calcolo			
	e	X	A	Y_0
Per angolo di contatto di 15° suffisso nella denominazione CB (1)				
$\leq 0,178$	0,38	0,44	1,47	0,46
0,357	0,4	0,44	1,4	0,46
0,714	0,43	0,44	1,3	0,46
1,07	0,46	0,44	1,23	0,46
1,43	0,47	0,44	1,19	0,46
2,14	0,5	0,44	1,12	0,46
3,57	0,55	0,44	1,02	0,46
$\geq 5,35$	0,56	0,44	1	0,46
Per angolo di contatto di 25° suffisso nella denominazione ACB (3)				
–	0,68	0,41	0,87	0,38

Nota: I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Tabella 13

Fattori di calcolo per coppie di cuscinetti disposte ad "O" oppure a "X"

$2 f_0 F_a / C_0$	Fattori di calcolo				
	e	X	Y_1	Y_2	Y_0
Per angolo di contatto di 15° suffisso nella denominazione CB (1)					
$\leq 0,178$	0,38	0,72	1,65	2,39	0,92
0,357	0,4	0,72	1,57	2,28	0,92
0,714	0,43	0,72	1,46	2,11	0,92
1,07	0,46	0,72	1,38	2	0,92
1,43	0,47	0,72	1,34	1,93	0,92
2,14	0,5	0,72	1,26	1,82	0,92
3,57	0,55	0,72	1,14	1,66	0,92
$\geq 5,35$	0,56	0,72	1,12	1,63	0,92
Per angolo di contatto di 25° suffisso nella denominazione ACB (3)					
–	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76

Nota: I dati relativi ai cuscinetti con angolo di contatto di 18° vengono forniti su richiesta.

Velocità ammissibili

I valori relativi alle velocità che si possono raggiungere – e che sono riportati nelle tabelle di prodotto – dovrebbero essere considerati come valori di riferimento. Questi valori si applicano a cuscinetti singoli sottoposti a carico leggero ($P \leq 0,05 C$) e che sono leggermente precaricati mediante molle. Inoltre, uno dei requisiti fondamentali è una buona capacità di dissipazione del calore.

I valori indicati per la lubrificazione a olio si riferiscono al metodo di lubrificazione olio-aria; se si adotta un altro sistema di lubrificazione a olio tali valori dovrebbero essere ridotti. I valori indicati per la lubrificazione con grasso sono quelli massimi che si possono ottenere con i cuscinetti aperti o schermati utilizzando un buon grasso di lubrificazione a bassa consistenza e viscosità.

Se cuscinetti singoli vengono registrati reciprocamente con un precarico pesante o se si utilizzano gruppi di cuscinetti, le velocità ammissibili, riportate nella Tabella di prodotto, dovranno essere ridotte, cioè i valori dovranno essere moltiplicati per un fattore di riduzione. I valori per il fattore di riduzione, che è determinato dalla disposizione di cuscinetti e dalla classe di precarico, sono riportati nella **Tabella 14**.

Se la velocità rotazionale ottenuta non è sufficiente per l'applicazione, si possono integrare distanziali accoppiati di precisione nel gruppo di cuscinetti, per aumentare la capacità di sopportare la velocità. I cuscinetti schermati SKF-SNFA delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono stati concepiti per il funzionamento a velocità elevate, cioè per un fattore velocità A fino a 1 600 000 mm/min.

Gabbie

I cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono dotati di una gabbia monoblocco guidata dallo spallamento dell'anello esterno e realizzata in resina fenolica con rinforzo in tessuto (→ fig. 3), in grado di sopportare temperature fino a 120 °C.

Tenute

Gli schermi non striscianti per i cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono realizzati in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) e sono stati concepiti per il funzionamento in presenza di velocità elevate (fattore velocità A fino a 1 600 000 mm/min). La gamma delle temperature di esercizio ammissibili per queste tenute va da -25 a +100 °C e fino a 120 °C per brevi periodi.

Materiali

Gli anelli e le sfere dei cuscinetti SKF-SNFA con sfere in acciaio delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) sono realizzati in acciaio SKF di Grado 3, conformemente alla ISO 683-17:1999. Le sfere dei cuscinetti ibridi sono realizzate in nitruro di silicio di alta qualità per cuscinetti Si₃N₄.

Le tenute integrate sono realizzate in gomma acrilonitrilbutadiene (NBR) resistente all'olio e all'usura e sono dotate di rinforzo in lamiera d'acciaio. Gli O-ring dei cuscinetti aperti, che vengono utilizzati per la lubrificazione a olio diretta, sono anch'essi in gomma acrilonitrilbutadiene.

Trattamento termico

Tutti i cuscinetti Super-precision della SKF-SNFA vengono sottoposti ad uno speciale trattamento termico per ottenere un buon equilibrio tra durezza e stabilità dimensionale. La durezza degli anelli e degli elementi volventi è stata ottimizzata per conferire ai cuscinetti proprietà di resistenza all'usura.

Fig. 3



Tabella 14

Fattori di riduzione della velocità per gruppi di cuscinetti

Numero di cuscinetti	Disposizione	Suffisso nella denominazione	Fattore di riduzione della velocità per classe di precarico		
			A	B	C
2	Disposizione ad "O"	DB (DD)	0,83	0,78	0,58
	Disposizione ad "X"	DF (FF)	0,8	0,74	0,54
3	Disposizione ad "O" ed in tandem	TBT (TD)	0,72	0,66	0,4
	Disposizione ad "X" ed in tandem	TFT (TF)	0,64	0,56	0,3
4	Disposizione ad "O" in tandem	QBC (TDT)	0,67	0,64	0,48
	Disposizione ad "X" in tandem	QFC (TFT)	0,64	0,6	0,41

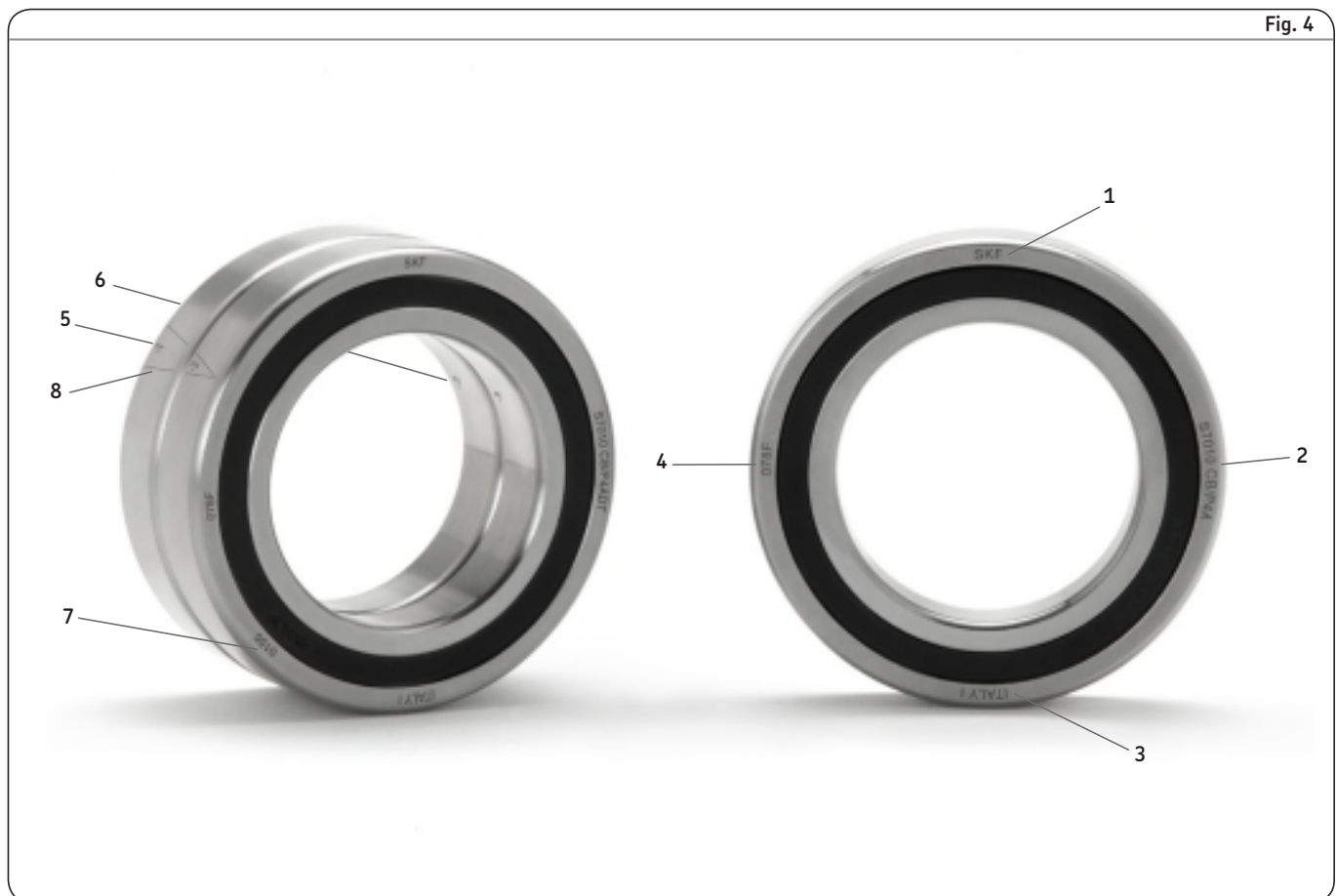
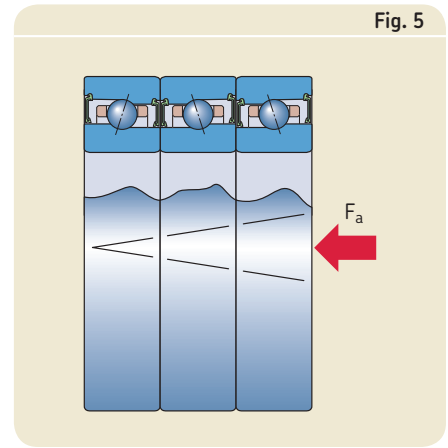
Marcatura dei cuscinetti e dei gruppi di cuscinetti

La superficie esterna degli anelli dei cuscinetti SKF-SNFA delle serie S719 .. B (HB .. /S) e S70 .. B (HX .. /S) è contrassegnata da vari elementi di identificazione (→ fig. 4):

- 1 Marchio di fabbrica SKF
- 2 Denominazione completa del cuscinetto
- 3 Paese di produzione
- 4 Data di produzione, codificata
- 5 Scostamento dal diametro esterno medio, Δ_{Dm} [μm], e posizione dell'eccentricità massima dell'anello esterno
- 6 Scostamento dal diametro foro medio, Δ_{dm} [μm], e posizione dell'eccentricità massima dell'anello interno
- 7 Numero di serie (solo gruppi di cuscinetti)
- 8 Marchio a forma di "V" (solo gruppi di cuscinetti appaiati)

Marchio a forma di "V"

Il marchio a forma di "V" impresso sulla superficie esterna degli anelli esterni dei gruppi di cuscinetti appaiati indica in che modo il cuscinetto dovrebbe essere montato per ottenere il precarico idoneo nel gruppo. Questo marchio indica inoltre come montare il gruppo di cuscinetti in riferimento al carico radiale. Il marchio a forma di "V" dovrebbe essere rivolto verso la direzione in cui il carico assiale agirà sull'anello interno (→ fig. 5). Nelle applicazioni in cui il carico assiale agisce in ambo le direzioni, il marchio a "V" dovrebbe essere rivolto verso la direzione in cui agirà il carico di entità maggiore.



Confezioni

I cuscinetti SKF-SNFA Super-precision sono commercializzati in confezioni con doppio marchio (→ **fig. 6**). Le confezioni riportano sia la denominazione SKF che quella SNFA. La confezione contiene un foglio di istruzioni con informazioni sul montaggio.

Sistema di denominazione

Le denominazioni dei cuscinetti SKF-SNFA nelle serie S719 .. B (HB) e 70 .. B (HX) sono riportate nella **Tabella 15** alle **pagine 32 e 33**, insieme con le spiegazioni.

Fig. 6



C

Sistema di denominazione per i cuscinetti obliqui a sfere Super-precision SKF-SNFA delle serie 719 .. B (HB) e 70 .. B (HX)

Cuscinetto singolo: S71912 ACBGA/HCP4A	S	719	12	ACB	GA	/	HC	P4A			
	Prefisso della variante	Serie	Dimensioni	Angolo di contatto e design	Esecuzione e precarico (cuscinetti singoli)		Materiale per le sfere	Classe di tolleranza	Caratteristiche di lubrificazione	Disposizione	Preacarico
Gruppo di cuscinetti appaiati: 7006 CB/PA9ALQBCB		70	06	CB		/		PA9A	L	QBC	B

Variante (prefisso)

–	Cuscinetto aperto (nessun prefisso nella denominazione)
S	Cuscinetto schermato
V	Cuscinetto con anelli in acciaio NitroMax e sfere in nitruro di silicio per cuscinetti Si ₃ N ₄ ¹⁾

Serie dei cuscinetti

719	Secondo la serie dimensionale ISO 19
70	Secondo la serie dimensionale ISO 10

Dimensioni cuscinetto

6	diametro foro (x5) 30 mm
fino a	
24	diametro foro (x5) 120 mm

Angolo di contatto e design interno

CB	angolo di contatto di 15°, design B per alta velocità
FB	angolo di contatto di 18°, design B per alta velocità
ACB	angolo di contatto di 25°, design B per alta velocità

Cuscinetto singolo – esecuzione e precarico

–	Cuscinetto singolo (nessun suffisso nella denominazione)
GA	Singolo, per montaggio universale, per precarico leggero
GB	Singolo, per montaggio universale, per precarico moderato
GC	Singolo, per montaggio universale, per precarico pesante

Gabbia

–	Resina fenolica con rinforzo in tessuto, centrata sull'anello esterno (nessun suffisso nella denominazione)
---	---

Materiale per le sfere

–	Acciaio al carbonio cromo (nessun suffisso nella denominazione)
HC	Nitruro di silicio di qualità per cuscinetti Si ₃ N ₄ (cuscinetti ibridi)

Classe di tolleranza

P4A	Precisione dimensionale secondo la classe 4 di tolleranza ISO, precisione di rotazione migliore della classe 4 di tolleranza ISO
PA9A	Precisione dimensionale e di rotazione migliore della classe ABEC 9 di tolleranza ABMA

Caratteristiche di lubrificazione

L	Scanalature anulari, fori di lubrificazione e O-ring nell'anello esterno per la lubrificazione a olio diretta
---	---

Gruppo di cuscinetti – disposizione

DB	Due cuscinetti disposti ad "O" <>
DF	Due cuscinetti disposti ad "X" ><
DT	Due cuscinetti disposti in tandem <<
DG	Due cuscinetti per montaggio universale
TBT	Tre cuscinetti disposti ad "O" ed in tandem <>>
TFT	Tre cuscinetti disposti ad "X" ed in tandem >><
TT	Tre cuscinetti disposti in tandem <<<
TG	Tre cuscinetti per montaggio universale
QBC	Quattro cuscinetti disposti ad "O" in tandem <<>>
QFC	Quattro cuscinetti disposti ad "X" in tandem >><<
QBT	Quattro cuscinetti disposti ad "O" ed in tandem <>>>
QFT	Quattro cuscinetti disposti ad "X" ed in tandem >><<<
QT	Quattro cuscinetti disposti in tandem <<<<
QG	Quattro cuscinetti per montaggio universale

Preacarico del gruppo di cuscinetti

A	Preacarico leggero
B	Preacarico moderato
C	Preacarico pesante
G...	Preacarico speciale, espresso in daN, ad es. G240

¹⁾ Per ulteriori informazioni, rivolgersi all'Ingegneria dell'applicazione della SKF.

Sistema di denominazione per i cuscinetti obliqui a sfere di super-precisione SNFA delle serie 719 .. B (HB) e 70 .. B (HX)

Cuscinetto singolo: HB60 /S/NS 7CE3 UL	HB	60	/S	/NS	7	CE	3	U	L
	Serie e design	Dimensioni	Versione	Materiale per le sfere	Classe di tolleranza	Gabbia	Angolo di contatto	Disposizione	Precarico
Gruppo di cuscinetti appaiati: HX30 /GH 9CE1 TDTM	HX	30	/GH		9	CE	1	TDT	M

Variante

–	Cuscinetto aperto (nessun suffisso nella denominazione)
/S	Cuscinetto schermato
/XN	Cuscinetto con anelli in acciaio NitroMax e sfere in nitrato di silicio per cuscinetti Si ₃ N ₄

Serie e design interno del cuscinetto

HB	Secondo la serie dimensionale ISO 19, design HB per velocità elevate
HX	Secondo la serie dimensionale ISO 10, design HX per velocità elevate

Dimensioni cuscinetto

30	di diametro foro 30 mm
fino a	
120	di diametro foro 120 mm

Angolo di contatto

1	angolo di contatto di 15°
2	angolo di contatto di 18°
3	angolo di contatto di 25°

Cuscinetto singolo – esecuzione e precarico

–	Cuscinetto singolo (nessun suffisso nella denominazione)
UL	Singolo, per montaggio universale, per precarico leggero
UM	Singolo, per montaggio universale, per precarico moderato
UF	Singolo, per montaggio universale, per precarico pesante

Gabbia

CE	Resina fenolica con rinforzo in tessuto, centrata sull'anello esterno
----	---

Materiale per le sfere

–	Acciaio al carbonio cromo (nessun suffisso nella denominazione)
/NS	Nitrato di silicio di qualità per cuscinetti Si ₃ N ₄ (cuscinetti ibridi)

Classe di tolleranza

7	Precisione dimensionale e di rotazione secondo la classe ABEC 7 di tolleranza ABMA
9	Precisione dimensionale e di rotazione secondo la classe ABEC 9 di tolleranza ABMA

Versione supplementare cuscinetto aperto

/GH	Scanalature anulari, fori di lubrificazione e O-ring nell'anello esterno per la lubrificazione a olio diretta
-----	---

Gruppo di cuscinetti – disposizione

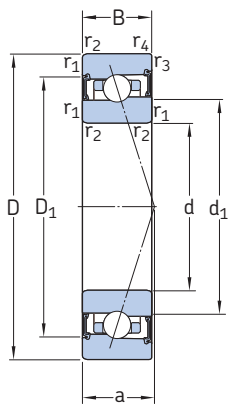
DD	Due cuscinetti disposti ad "O" <>
FF	Due cuscinetti disposti ad "X" ><
T	Due cuscinetti disposti in tandem <<
DU	Due cuscinetti per montaggio universale
TD	Tre cuscinetti disposti ad "O" ed in tandem <>>
TF	Tre cuscinetti disposti ad "X" ed in tandem >><
3T	Tre cuscinetti disposti in tandem <<<
TU	Tre cuscinetti per montaggio universale
TDT	Quattro cuscinetti disposti ad "O" in tandem <<>>
TFT	Quattro cuscinetti disposti ad "X" in tandem >><<
3TD	Quattro cuscinetti disposti ad "O" ed in tandem <>>>
3TF	Quattro cuscinetti disposti ad "X" ed in tandem ><<<
4T	Quattro cuscinetti disposti in tandem <<<<
4U	Quattro cuscinetti per montaggio universale

Precarico del gruppo di cuscinetti

L	Precarico leggero (solo per gruppi asimmetrici)
M	Precarico moderato (solo per gruppi asimmetrici)
F	Precarico pesante (solo per gruppi asimmetrici)
..daN	Precarico speciale (per gruppi asimmetrici TD, TF, 3TD, 3TF e per esecuzioni con precarico speciale) ¹⁾

Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision

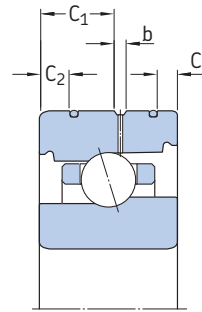
d 30 – 50 mm



Versione schermata



Versione aperta



Versione aperta per lubrificazione a olio diretta

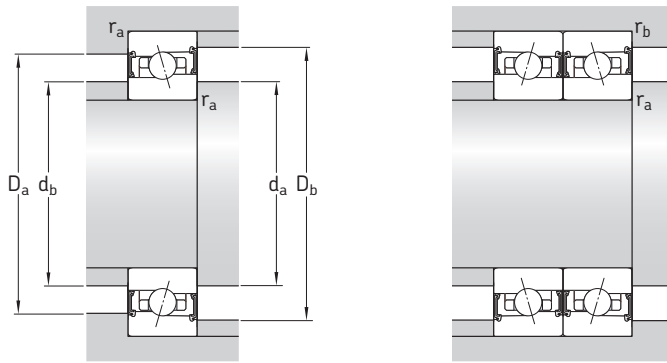
Dimensioni d'ingombro			Coefficienti di carico dinamico ¹⁾ statico		Carico limite di fatica	Fattore di calcolo	Limiti di velocità lubrificazione		Massa ³⁾	Denominazioni dei cuscinetti schermati ⁴⁾	
d	D	B	C	C ₀	P _u	f ₀	grasso	olio-aria ²⁾	kg	SKF	SNFA
mm			mm		kN		giri/min			–	–
30	47	9	4,88	3,15	0,134	9,5	40 000	60 000	0,050	S71906 CB/P4A	HB30 /S 7CE1
	47	9	4,88	3,15	0,134	9,5	48 000	75 000	0,047	S71906 CB/HCP4A	HB30 /S/NS 7CE1
	47	9	4,62	3	0,127	–	36 000	56 000	0,050	S71906 ACB/P4A	HB30 /S 7CE3
	47	9	4,62	3	0,127	–	43 000	67 000	0,047	S71906 ACB/HCP4A	HB30 /S/NS 7CE3
	55	13	6,5	4,15	0,176	9,4	36 000	56 000	0,13	S7006 CB/P4A	HX30 /S 7CE1
	55	13	6,5	4,15	0,176	9,4	43 000	67 000	0,13	S7006 CB/HCP4A	HX30 /S/NS 7CE1
	55	13	6,18	3,9	0,166	–	34 000	50 000	0,13	S7006 ACB/P4A	HX30 /S 7CE3
	55	13	6,18	3,9	0,166	–	40 000	60 000	0,13	S7006 ACB/HCP4A	HX30 /S/NS 7CE3
35	55	10	5,2	3,65	0,156	9,7	34 000	53 000	0,081	S71907 CB/P4A	HB35 /S 7CE1
	55	10	5,2	3,65	0,156	9,7	40 000	63 000	0,077	S71907 CB/HCP4A	HB35 /S/NS 7CE1
	55	10	4,88	3,45	0,146	–	30 000	48 000	0,081	S71907 ACB/P4A	HB35 /S 7CE3
	55	10	4,88	3,45	0,146	–	36 000	56 000	0,077	S71907 ACB/HCP4A	HB35 /S/NS 7CE3
	62	14	6,89	4,8	0,204	9,6	32 000	48 000	0,17	S7007 CB/P4A	HX35 /S 7CE1
	62	14	6,89	4,8	0,204	9,6	38 000	60 000	0,16	S7007 CB/HCP4A	HX35 /S/NS 7CE1
	62	14	6,5	4,55	0,193	–	28 000	43 000	0,17	S7007 ACB/P4A	HX35 /S 7CE3
	62	14	6,5	4,55	0,193	–	34 000	53 000	0,16	S7007 ACB/HCP4A	HX35 /S/NS 7CE3
40	62	12	5,4	4,15	0,176	9,8	30 000	45 000	0,12	S71908 CB/P4A	HB40 /S 7CE1
	62	12	5,4	4,15	0,176	9,8	36 000	56 000	0,12	S71908 CB/HCP4A	HB40 /S/NS 7CE1
	62	12	5,07	4	0,166	–	28 000	43 000	0,12	S71908 ACB/P4A	HB40 /S 7CE3
	62	12	5,07	4	0,166	–	32 000	50 000	0,12	S71908 ACB/HCP4A	HB40 /S/NS 7CE3
	68	15	7,41	5,6	0,236	9,8	28 000	43 000	0,21	S7008 CB/P4A	HX40 /S 7CE1
	68	15	7,41	5,6	0,236	9,8	34 000	53 000	0,20	S7008 CB/HCP4A	HX40 /S/NS 7CE1
	68	15	6,89	5,3	0,224	–	26 000	40 000	0,21	S7008 ACB/P4A	HX40 /S 7CE3
	68	15	6,89	5,3	0,224	–	32 000	48 000	0,20	S7008 ACB/HCP4A	HX40 /S/NS 7CE3
45	68	12	7,41	5,7	0,245	9,7	28 000	43 000	0,14	S71909 CB/P4A	HB45 /S 7CE1
	68	12	7,41	5,7	0,245	9,7	32 000	50 000	0,13	S71909 CB/HCP4A	HB45 /S/NS 7CE1
	68	12	7,02	5,4	0,232	–	24 000	38 000	0,14	S71909 ACB/P4A	HB45 /S 7CE3
	68	12	7,02	5,4	0,232	–	30 000	45 000	0,13	S71909 ACB/HCP4A	HB45 /S/NS 7CE3
	75	16	9,56	7,2	0,305	9,6	26 000	40 000	0,26	S7009 CB/P4A	HX45 /S 7CE1
	75	16	9,56	7,2	0,305	9,6	30 000	48 000	0,25	S7009 CB/HCP4A	HX45 /S/NS 7CE1
	75	16	9,04	6,8	0,285	–	24 000	36 000	0,26	S7009 ACB/P4A	HX45 /S 7CE3
	75	16	9,04	6,8	0,285	–	28 000	43 000	0,25	S7009 ACB/HCP4A	HX45 /S/NS 7CE3
50	72	12	7,61	6,2	0,265	9,8	26 000	38 000	0,14	S71910 CB/P4A	HB50 /S 7CE1
	72	12	7,61	6,2	0,265	9,8	30 000	45 000	0,13	S71910 CB/HCP4A	HB50 /S/NS 7CE1
	72	12	7,28	5,85	0,25	–	22 000	36 000	0,14	S71910 ACB/P4A	HB50 /S 7CE3
	72	12	7,28	5,85	0,25	–	28 000	43 000	0,13	S71910 ACB/HCP4A	HB50 /S/NS 7CE3
	80	16	9,95	7,8	0,335	9,7	24 000	36 000	0,29	S7010 CB/P4A	HX50 /S 7CE1
	80	16	9,95	7,8	0,335	9,7	28 000	45 000	0,28	S7010 CB/HCP4A	HX50 /S/NS 7CE1
	80	16	9,36	7,35	0,31	–	22 000	32 000	0,29	S7010 ACB/P4A	HX50 /S 7CE3
	80	16	9,36	7,35	0,31	–	26 000	40 000	0,28	S7010 ACB/HCP4A	HX50 /S/NS 7CE3

¹⁾ I coefficienti di carico dinamico base, che sono elencati nelle tabelle di prodotto, sono stati calcolati conformemente alla ISO 281:2007 e non possono essere confrontati con coefficienti calcolati utilizzando altri metodi.

²⁾ Valido solo per cuscinetti aperti

³⁾ Valido solo per cuscinetti schermati

⁴⁾ Per le denominazioni dei cuscinetti aperti e di altre varianti, fare riferimento alla **tabella 15** alle **pagine 32 e 33**.



Dimensioni

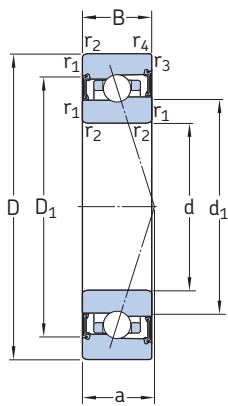
Diametri degli spalleggiamenti e dei raggi di raccordo delle sedi

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	C ₃	C ₂	C ₁	b	d _a , d _b min	D _a max	D _b max	r _a max	r _b max
mm										mm				
30	36	43	0,3	0,15	12	-	-	-	-	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	12	-	-	-	-	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	16	-	-	-	-	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	16	-	-	-	-	32	45	45	0,3	0,15
	39,5	47,2	1	0,6	12	-	-	-	-	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	12	-	-	-	-	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	16	-	-	-	-	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	16	-	-	-	-	34,6	50,4	50,4	1	0,6
35	42,5	49,5	0,6	0,3	14	-	-	-	-	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	14	-	-	-	-	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	18	-	-	-	-	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	18	-	-	-	-	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	45,5	53,3	1	0,6	14	-	-	-	-	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	14	-	-	-	-	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	18	-	-	-	-	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	18	-	-	-	-	39,6	57,4	57,4	1	0,6
40	48,5	55,6	0,6	0,3	15	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	15	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	20	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	20	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	51	58,8	1	0,6	15	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	15	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	20	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	20	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
45	53,5	61,8	0,6	0,3	16	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	16	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	22	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	22	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	56,5	65,5	1	0,6	16	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	16	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	22	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	22	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
50	58	66	0,6	0,3	17	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	17	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	23	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	23	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	61,5	70,7	1	0,6	17	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	17	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	23	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	23	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6



Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision

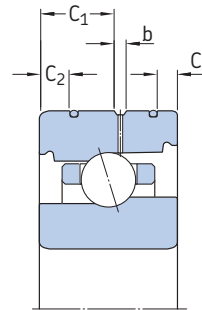
d 55 – 75 mm



Versione schermata



Versione aperta



Versione aperta per lubrificazione a olio diretta

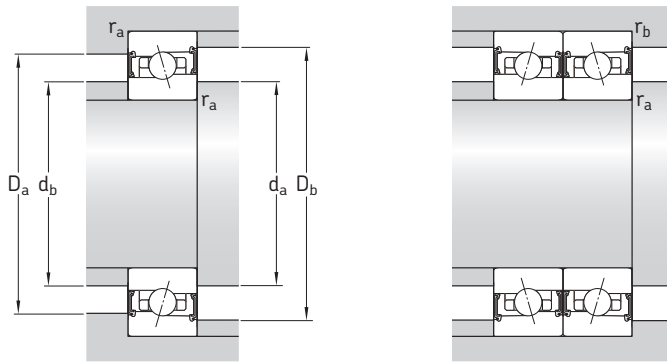
Dimensioni d'ingombro		Coefficients di carico dinamico ¹⁾ statico		Carico limite di fatica	Fattore di calcolo	Limiti di velocità lubrificazione		Massa ³⁾	Denominazioni dei cuscinetti schermati ⁴⁾		
d	D	B	C	C ₀	P _u	f ₀	grasso	olio-aria ²⁾	kg	SKF	SNFA
mm			mm	kN	kN	–	giri/min			–	
55	80	13	9,95	8,15	0,345	9,8	22 000	34 000	0,19	S71911 CB/P4A	HB55 /S 7CE1
	80	13	9,95	8,15	0,345	9,8	28 000	43 000	0,18	S71911 CB/HCP4A	HB55 /S/NS 7CE1
	80	13	9,36	7,65	0,325	–	20 000	32 000	0,19	S71911 ACB/P4A	HB55 /S 7CE3
	80	13	9,36	7,65	0,325	–	24 000	38 000	0,18	S71911 ACB/HCP4A	HB55 /S/NS 7CE3
	90	18	14	11	0,465	9,7	22 000	32 000	0,42	S7011 CB/P4A	HX55 /S 7CE1
	90	18	14	11	0,465	9,7	26 000	40 000	0,40	S7011 CB/HCP4A	HX55 /S/NS 7CE1
	90	18	13,3	10,4	0,44	–	19 000	30 000	0,42	S7011 ACB/P4A	HX55 /S 7CE3
	90	18	13,3	10,4	0,44	–	24 000	36 000	0,40	S7011 ACB/HCP4A	HX55 /S/NS 7CE3
60	85	13	10,4	8,8	0,375	9,8	22 000	32 000	0,20	S71912 CB/P4A	HB60 /S 7CE1
	85	13	10,4	8,8	0,375	9,8	26 000	40 000	0,19	S71912 CB/HCP4A	HB60 /S/NS 7CE1
	85	13	9,75	8,3	0,355	–	19 000	30 000	0,20	S71912 ACB/P4A	HB60 /S 7CE3
	85	13	9,75	8,3	0,355	–	22 000	36 000	0,19	S71912 ACB/HCP4A	HB60 /S/NS 7CE3
	95	18	14,6	12	0,51	9,7	19 000	30 000	0,45	S7012 CB/P4A	HX60 /S 7CE1
	95	18	14,6	12	0,51	9,7	24 000	36 000	0,43	S7012 CB/HCP4A	HX60 /S/NS 7CE1
	95	18	13,5	11,4	0,48	–	17 000	26 000	0,45	S7012 ACB/P4A	HX60 /S 7CE3
	95	18	13,5	11,4	0,48	–	22 000	32 000	0,43	S7012 ACB/HCP4A	HX60 /S/NS 7CE3
65	90	13	10,6	9,5	0,4	9,9	20 000	30 000	0,22	S71913 CB/P4A	HB65 /S 7CE1
	90	13	10,6	9,5	0,4	9,9	24 000	36 000	0,20	S71913 CB/HCP4A	HB65 /S/NS 7CE1
	90	13	9,95	9	0,38	–	18 000	28 000	0,22	S71913 ACB/P4A	HB65 /S 7CE3
	90	13	9,95	9	0,38	–	22 000	34 000	0,20	S71913 ACB/HCP4A	HB65 /S/NS 7CE3
	100	18	15,6	12,9	0,55	9,7	18 000	28 000	0,47	S7013 CB/P4A	HX65 /S 7CE1
	100	18	15,6	12,9	0,55	9,7	22 000	34 000	0,45	S7013 CB/HCP4A	HX65 /S/NS 7CE1
	100	18	14,6	12,2	0,52	–	16 000	26 000	0,47	S7013 ACB/P4A	HX65 /S 7CE3
	100	18	14,6	12,2	0,52	–	19 000	30 000	0,45	S7013 ACB/HCP4A	HX65 /S/NS 7CE3
70	100	16	13,5	12,2	0,52	9,9	18 000	28 000	0,36	S71914 CB/P4A	HB70 /S 7CE1
	100	16	13,5	12,2	0,52	9,9	22 000	32 000	0,34	S71914 CB/HCP4A	HB70 /S/NS 7CE1
	100	16	12,7	11,6	0,49	–	16 000	24 000	0,36	S71914 ACB/P4A	HB70 /S 7CE3
	100	16	12,7	11,6	0,49	–	19 000	30 000	0,34	S71914 ACB/HCP4A	HB70 /S/NS 7CE3
	110	20	19	16,3	0,695	9,6	17 000	26 000	0,47	S7014 CB/P4A	HX70 /S 7CE1
	110	20	19	16,3	0,695	9,6	20 000	30 000	0,63	S7014 CB/HCP4A	HX70 /S/NS 7CE1
	110	20	18,2	15,6	0,655	–	15 000	24 000	0,47	S7014 ACB/P4A	HX70 /S 7CE3
	110	20	18,2	15,6	0,655	–	18 000	28 000	0,63	S7014 ACB/HCP4A	HX70 /S/NS 7CE3
75	105	16	14	13,2	0,56	9,9	17 000	26 000	0,38	S71915 CB/P4A	HB75 /S 7CE1
	105	16	14	13,2	0,56	9,9	20 000	30 000	0,36	S71915 CB/HCP4A	HB75 /S/NS 7CE1
	105	16	13,3	12,5	0,52	–	15 000	24 000	0,38	S71915 ACB/P4A	HB75 /S 7CE3
	105	16	13,3	12,5	0,52	–	18 000	28 000	0,36	S71915 ACB/HCP4A	HB75 /S/NS 7CE3
	115	20	19,9	17,6	0,75	9,7	16 000	24 000	0,70	S7015 CB/P4A	HX75 /S 7CE1
	115	20	19,9	17,6	0,75	9,7	18 000	28 000	0,66	S7015 CB/HCP4A	HX75 /S/NS 7CE1
	115	20	19	16,6	0,71	–	14 000	22 000	0,70	S7015 ACB/P4A	HX75 /S 7CE3
	115	20	19	16,6	0,71	–	17 000	26 000	0,66	S7015 ACB/HCP4A	HX75 /S/NS 7CE3

¹⁾ I coefficienti di carico dinamico base, che sono elencati nelle tabelle di prodotto, sono stati calcolati conformemente alla ISO 281:2007 e non possono essere confrontati con coefficienti calcolati utilizzando altri metodi.

²⁾ Valido solo per cuscinetti aperti

³⁾ Valido solo per cuscinetti schermati

⁴⁾ Per le denominazioni dei cuscinetti aperti e di altre varianti, fare riferimento alla **tabella 15** alle **pagine 32 e 33**.



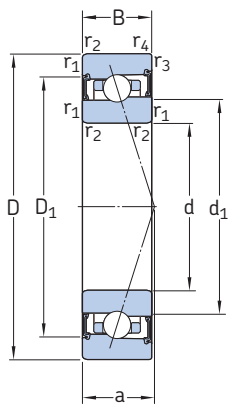
Dimensioni

Diametri degli spalleggiamenti e dei raggi di raccordo delle sedi

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	C ₃	C ₂	C ₁	b	d _a , d _b min	D _a max	D _b max	r _a max	r _b max
mm										mm				
55	64	73,2	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	26	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	26	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	68,2	79,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	26	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	26	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
60	69	78,3	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	27	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	27	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	73,2	84,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	27	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	27	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
65	74	83,4	1	0,3	20	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	20	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	28	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	28	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	78	89,6	1,1	0,6	20	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	20	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	28	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	28	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
70	81	91,6	1	0,3	22	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	22	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	31	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	31	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	85	97,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	31	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	31	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
75	86	97,5	1	0,6	22	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	22	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	32	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	32	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	90	102,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	32	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	32	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6

Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision

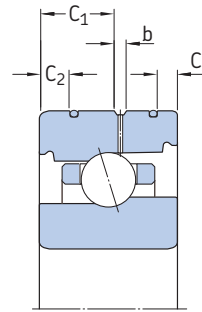
d 80 – 100 mm



Versione schermata



Versione aperta



Versione aperta per lubrificazione a olio diretta

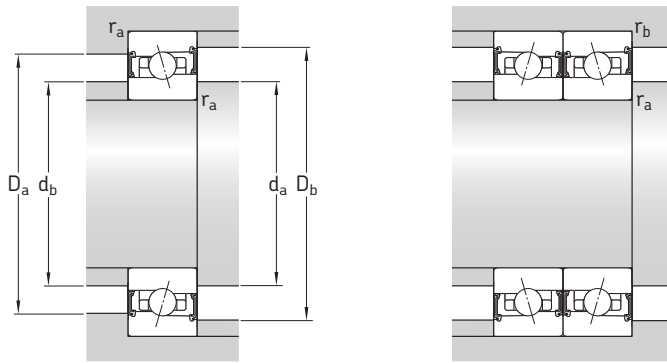
d	Dimensioni d'ingombro			Coefficienti di carico dinamico ¹⁾ statico		Carico limite di fatica P _u	Fattore di calcolo f ₀	Limiti di velocità lubrificazione		Massa ³⁾	Denominazioni dei cuscinetti schermati ⁴⁾	
	D	B	C	C ₀	grasso			olio-aria ²⁾	SKF		SNFA	
mm			kN		kN	–	giri/min	kg	–			
80	110	16	15,6	14,6	0,63	9,9	16 000	24 000	0,40	S71916 CB/P4A	HB80 /S 7CE1	
	110	16	15,6	14,6	0,63	9,9	19 000	30 000	0,37	S71916 CB/HCP4A	HB80 /S/NS 7CE1	
	110	16	14,8	14	0,585	–	14 000	22 000	0,40	S71916 ACB/P4A	HB80 /S 7CE3	
	110	16	14,8	14	0,585	–	17 000	26 000	0,37	S71916 ACB/HCP4A	HB80 /S/NS 7CE3	
	125	22	26,5	22,8	0,95	9,6	14 000	20 000	0,92	S7016 CB/P4A	HX80 /S 7CE1	
	125	22	26,5	22,8	0,95	9,6	17 000	26 000	0,86	S7016 CB/HCP4A	HX80 /S/NS 7CE1	
	125	22	25,1	21,6	0,9	–	12 000	19 000	0,92	S7016 ACB/P4A	HX80 /S 7CE3	
	125	22	25,1	21,6	0,9	–	15 000	22 000	0,86	S7016 ACB/HCP4A	HX80 /S/NS 7CE3	
85	120	18	16,3	16,3	0,68	10	15 000	22 000	0,59	S71917 CB/P4A	HB85 /S 7CE1	
	120	18	16,3	16,3	0,68	10	18 000	28 000	0,56	S71917 CB/HCP4A	HB85 /S/NS 7CE1	
	120	18	15,3	15,3	0,64	–	13 000	20 000	0,59	S71917 ACB/P4A	HB85 /S 7CE3	
	120	18	15,3	15,3	0,64	–	16 000	24 000	0,56	S71917 ACB/HCP4A	HB85 /S/NS 7CE3	
	130	22	27	23,6	0,965	9,6	13 000	20 000	0,96	S7017 CB/P4A	HX85 /S 7CE1	
	130	22	27	23,6	0,965	9,6	16 000	24 000	0,90	S7017 CB/HCP4A	HX85 /S/NS 7CE1	
	130	22	25,1	22,4	0,915	–	12 000	18 000	0,96	S7017 ACB/P4A	HX85 /S 7CE3	
	130	22	25,1	22,4	0,915	–	14 000	22 000	0,90	S7017 ACB/HCP4A	HX85 /S/NS 7CE3	
90	125	18	17,8	17,6	0,72	10	14 000	22 000	0,61	S71918 CB/P4A	HB90 /S 7CE1	
	125	18	17,8	17,6	0,72	10	16 000	26 000	0,58	S71918 CB/HCP4A	HB90 /S/NS 7CE1	
	125	18	16,8	16,6	0,68	–	12 000	19 000	0,61	S71918 ACB/P4A	HB90 /S 7CE3	
	125	18	16,8	16,6	0,68	–	15 000	22 000	0,58	S71918 ACB/HCP4A	HB90 /S/NS 7CE3	
	140	24	29,1	25	0,98	9,7	12 000	19 000	1,25	S7018 CB/P4A	HX90 /S 7CE1	
	140	24	29,1	25	0,98	9,7	15 000	24 000	1,20	S7018 CB/HCP4A	HX90 /S/NS 7CE1	
	140	24	27	23,6	0,93	–	11 000	17 000	1,25	S7018 ACB/P4A	HX90 /S 7CE3	
	140	24	27	23,6	0,93	–	13 000	20 000	1,20	S7018 ACB/HCP4A	HX90 /S/NS 7CE3	
95	130	18	18,2	18,6	0,75	10	13 000	20 000	0,64	S71919 CB/P4A	HB95 /S 7CE1	
	130	18	18,2	18,6	0,75	10	16 000	24 000	0,61	S71919 CB/HCP4A	HB95 /S/NS 7CE1	
	130	18	17,2	17,6	0,71	–	12 000	18 000	0,64	S71919 ACB/P4A	HB95 /S 7CE3	
	130	18	17,2	17,6	0,71	–	14 000	22 000	0,61	S71919 ACB/HCP4A	HB95 /S/NS 7CE3	
	145	24	29,6	26	1	9,7	12 000	18 000	1,30	S7019 CB/P4A	HX95 /S 7CE1	
	145	24	29,6	26	1	9,7	14 000	22 000	1,20	S7019 CB/HCP4A	HX95 /S/NS 7CE1	
	145	24	27,6	24,5	0,95	–	11 000	16 000	1,30	S7019 ACB/P4A	HX95 /S 7CE3	
	145	24	27,6	24,5	0,95	–	13 000	19 000	1,20	S7019 ACB/HCP4A	HX95 /S/NS 7CE3	
100	140	20	21,6	22,4	0,865	10	12 000	19 000	0,88	S71920 CB/P4A	HB100 /S 7CE1	
	140	20	21,6	22,4	0,865	10	15 000	24 000	0,83	S71920 CB/HCP4A	HB100 /S/NS 7CE1	
	140	20	20,8	21,2	0,815	–	11 000	17 000	0,88	S71920 ACB/P4A	HB100 /S 7CE3	
	140	20	20,8	21,2	0,815	–	13 000	20 000	0,83	S71920 ACB/HCP4A	HB100 /S/NS 7CE3	
	150	24	29,6	27	1,02	9,8	11 000	17 000	1,40	S7020 CB/P4A	HX100 /S 7CE1	
	150	24	29,6	27	1,02	9,8	13 000	20 000	1,30	S7020 CB/HCP4A	HX100 /S/NS 7CE1	
	150	24	28,1	25,5	0,98	–	10 000	15 000	1,40	S7020 ACB/P4A	HX100 /S 7CE3	
	150	24	28,1	25,5	0,98	–	12 000	18 000	1,30	S7020 ACB/HCP4A	HX100 /S/NS 7CE3	

¹⁾ I coefficienti di carico dinamico base, che sono elencati nelle tabelle di prodotto, sono stati calcolati conformemente alla ISO 281:2007 e non possono essere confrontati con coefficienti calcolati utilizzando altri metodi.

²⁾ Valido solo per cuscinetti aperti

³⁾ Valido solo per cuscinetti schermati

⁴⁾ Per le denominazioni dei cuscinetti aperti e di altre varianti, fare riferimento alla **tabella 15** alle **pagine 32 e 33**.



Dimensioni

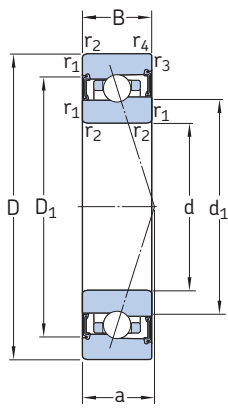
Diametri degli spalleggiamenti e dei raggi di raccordo delle sedi

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	C ₃	C ₂	C ₁	b	d _a , d _b min	D _a max	D _b max	r _a max	r _b max
mm										mm				
80	90,7	102,2	1	0,6	25	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	25	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	35	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	35	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	96,7	111,4	1,1	0,6	25	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	25	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	35	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	35	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
85	98,2	110,2	1,1	0,6	26	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	26	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	36	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	36	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	26	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	26	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	36	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	36	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
90	103	115	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	39	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	39	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	108,7	125	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	39	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	39	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
95	108	120,7	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	40	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	40	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	113,7	130	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	40	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	40	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
100	115	128,7	1,1	0,6	29	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	29	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	41	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	41	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	118,7	135	1,5	1	29	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	29	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	41	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	41	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1



Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision

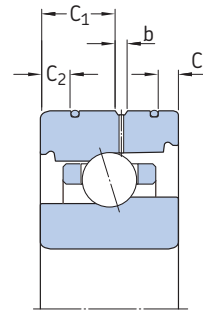
d 110 – 120 mm



Versione schermata



Versione aperta



Versione aperta per lubrificazione a olio diretta

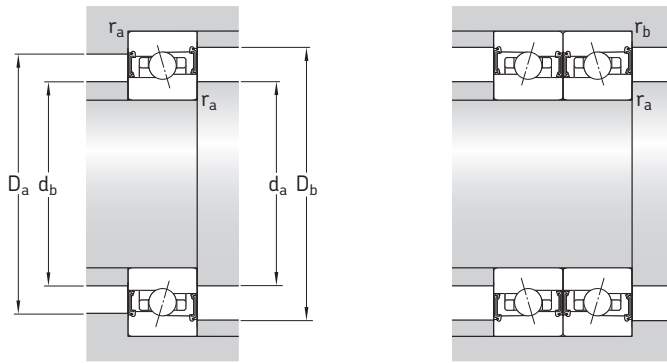
d	D	B	Coefficients di carico		Carico limite di fatica P_u	Fattore di calcolo f_0	Limiti di velocità		Massa ³⁾ kg	Denominazioni dei cuscinetti schermati ⁴⁾	
			dinamico ¹⁾	statico			grasso	olio-aria ²⁾		SKF	SNFA
mm			kN		kN	–	giri/min			–	
110	150	20	26	27	1	10	11 000	17 000	0,93	S71922 CB/P4A	HB110 /S 7CE1
	150	20	26	27	1	10	14 000	22 000	0,87	S71922 CB/HCP4A	HB110 /S/NS 7CE1
	150	20	24,7	25,5	0,95	–	10 000	15 000	0,93	S71922 ACB/P4A	HB110 /S 7CE3
	150	20	24,7	25,5	0,95	–	12 000	19 000	0,87	S71922 ACB/HCP4A	HB110 /S/NS 7CE3
	170	28	37,1	36	1,29	9,7	10 000	16 000	2,20	S7022 CB/P4A	HX110 /S 7CE1
	170	28	37,1	36	1,29	9,7	12 000	19 000	2,10	S7022 CB/HCP4A	HX110 /S/NS 7CE1
	170	28	35,1	34	1,22	–	9 000	14 000	2,20	S7022 ACB/P4A	HX110 /S 7CE3
	170	28	35,1	34	1,22	–	11 000	16 000	2,10	S7022 ACB/HCP4A	HX110 /S/NS 7CE3
120	165	22	27	30,5	1,08	10	10 000	16 000	1,30	S71924 CB/P4A	HB120 /S 7CE1
	165	22	27	30,5	1,08	10	12 000	20 000	1,20	S71924 CB/HCP4A	HB120 /S/NS 7CE1
	165	22	25,5	28,5	1,02	–	9 000	14 000	1,30	S71924 ACB/P4A	HB120 /S 7CE3
	165	22	25,5	28,5	1,02	–	11 000	17 000	1,20	S71924 ACB/HCP4A	HB120 /S/NS 7CE3
	180	28	37,7	39	1,34	9,8	9 500	14 000	2,35	S7024 CB/P4A	HX120 /S 7CE1
	180	28	37,7	39	1,34	9,8	11 000	17 000	2,20	S7024 CB/HCP4A	HX120 /S/NS 7CE1
	180	28	35,8	36,5	1,27	–	8 500	13 000	2,35	S7024 ACB/P4A	HX120 /S 7CE3
	180	28	35,8	36,5	1,27	–	10 000	15 000	2,20	S7024 ACB/HCP4A	HX120 /S/NS 7CE3

¹⁾ I coefficienti di carico dinamico base, che sono elencati nelle tabelle di prodotto, sono stati calcolati conformemente alla ISO 281:2007 e non possono essere confrontati con coefficienti calcolati utilizzando altri metodi.

²⁾ Valido solo per cuscinetti aperti

³⁾ Valido solo per cuscinetti schermati

⁴⁾ Per le denominazioni dei cuscinetti aperti e di altre varianti, fare riferimento alla **tabella 15** alle **pagine 32 e 33**.



Dimensioni

Diametri degli spalleggiamenti e dei raggi di raccordo delle sedi

d	d ₁ ~	D ₁ ~	r _{1,2} min	r _{3,4} min	a	C ₃	C ₂	C ₁	b	d _a , d _b min	D _a max	D _b max	r _a max	r _b max
mm										mm				
110	124,5	139	1,1	0,6	33	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	33	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	47	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	47	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	133,2	151,9	2	1	33	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	33	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	47	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	47	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
120	137	151,9	1,1	0,6	34	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	34	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	49	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	49	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	143,2	161,9	2	1	34	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	34	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	49	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	49	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1



Raggiungere il massimo livello in ambito di cuscinetti di precisione

La SKF, in collaborazione con la SNFA, sta sviluppando una nuova generazione di cuscinetti Super-precision tecnologicamente più avanzati. Grazie alla combinazione dei migliori criteri di progettazione di entrambe le aziende, la nuova gamma SKF-SNFA consente, rispetto ai design precedenti, una maggiore precisione e un prolungamento della durata operativa dei cuscinetti.

La **tabella 1** alle **pagine 44 e 45** presenta una panoramica della nuova gamma di cuscinetti Super-precision SKF-SNFA, che viene costantemente ampliata dall'integrazione di nuovi prodotti. L'intero assortimento dei cuscinetti di alta precisione della SKF verrà sostituito completamente dai cuscinetti Super-precision.

Altri cuscinetti Super-precision SKF-SNFA

Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision della serie 718 (SEA)

I cuscinetti obliqui a sfere Super-precision SKF-SNFA della serie 718 (SEA) consentono prestazioni ottimali nelle applicazioni in cui ingombro radiale ridotto, elevato grado di rigidità, alta velocità ed estrema precisione sono parametri critici di progettazione. Sono particolarmente idonei per le applicazioni di macchine utensili, teste di foratura multi-mandrino, robotica, dispositivi di misurazione, mozzi ruota per auto da corsa ed altre applicazioni di precisione.

La gamma standard comprende cuscinetti con sfere in acciaio e cuscinetti ibridi ed è idonea per diametri albero da 10 a 160 mm. Per bilanciare i requisiti in termini di velocità rotazionale e rigidità di sistema, questi cuscinetti vengono realizzati secondo classi di precarico differenti.

Cuscinetti assiali obliqui a sfere Super-precision per viti a ricircolo di sfere

Cuscinetti assiali obliqui a sfere a semplice effetto

I cuscinetti assiali obliqui a sfere a semplice effetto nelle serie BSA e BSD (BS) sono disponibili per diametri albero nella gamma dimensionale da 12 a 75 mm. Questi cuscinetti sono caratterizzati da un eccezionale grado di rigidità e un'elevata capacità di carico assiale.

Cuscinetti assiali obliqui a sfere a doppio effetto







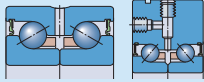
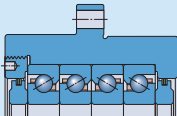
I cuscinetti assiali obliqui a sfere a doppio effetto della serie BEAS sono stati concepiti per le applicazioni delle macchine utensili in cui lo spazio è limitato e sono richieste procedure di montaggio semplici. Questi cuscinetti sono disponibili per diametri albero nella gamma dimensionale da 8 a 30 mm. I cuscinetti della serie BEAM, che sono idonei per diametri albero da 12 a 60 mm, possono essere imbullonati su un componente correlato.

Unità cartuccia con supporto flangiato

Le unità cartuccia sono un'altra soluzione in grado di garantire un montaggio rapido e semplice. Le unità nella serie FBSA (BSDU e BSQU) comprendono cuscinetti assiali obliqui a sfere SKF-SNFA a semplice effetto e sono idonee per diametri albero da 20 a 60 mm.



Panoramica del passaggio ai cuscinetti Super-precision SKF-SNFA

Serie dimensionale ISO	Tipo e design del cuscinetto	Versione	Gamma precedente		
			Cuscinetti SKF nella serie	Pubblicazione SKF	
18	Cuscinetti obliqui a sfere: Design di base 	Aperti	Con sfere in acciaio Ibridi	– – – –	–
19	Cuscinetti obliqui a sfere: Design B per alta velocità 	Aperti	Con sfere in acciaio Ibridi	– 719 FB 719 DB – C719 FB C719 DB	<i>Cuscinetti di precisione</i> (Pubblicazione 6002)
		Schermati	Con sfere in acciaio Ibridi	– S719 FB S719 DB – SC719 FB SC719 DB	
10	Cuscinetti obliqui a sfere: Design B per alta velocità 	Aperti	Con sfere in acciaio Ibridi	– 70 FB 70 DB – C70 FB C70 DB	<i>Cuscinetti di precisione</i> (Pubblicazione 6002)
		Schermati	Con sfere in acciaio Ibridi	– S70 FB S70 DB – SC70 FB SC70 DB	
02	Cuscinetti assiali obliqui a sfere: A semplice effetto 	Aperti	Con sfere in acciaio	BSA 2	<i>Cuscinetti di precisione</i> (Pubblicazione 6002)
		Schermati	Con sfere in acciaio	BSA 2 2RS BSA 2 ZZ –	
03	Cuscinetti assiali obliqui a sfere: A semplice effetto 	Aperti	Con sfere in acciaio	BSA 3	<i>Cuscinetti di precisione</i> (Pubblicazione 6002)
		Schermati	Con sfere in acciaio	BSA 3 2RS BSA 3 ZZ –	
– (Non standardizzato)	Cuscinetti assiali obliqui a sfere: A semplice effetto 	Aperti	Con sfere in acciaio	BSD	<i>Cuscinetti di precisione</i> (Pubblicazione 6002)
		Schermati	Con sfere in acciaio	BSD 2RS BSD ZZ –	
	Cuscinetti assiali obliqui a sfere: A doppio effetto 	Schermati	Con sfere in acciaio	BEAS BEAM	
	Unità cartuccia con cuscinetti assiali obliqui a sfere 	Schermati	Con sfere in acciaio	FBSA FBSD	

Cuscinetti SNFA nella serie	Pubblicazione SNFA	Nuova gamma Cuscinetti SKF-SNFA nella serie	Pubblicazione SKF
SEA 1 SEA 3	SNFA <i>Catalogo Generale</i>	718 CD (SEA CE1) 718 ACD (SEA CE3)	<i>Cuscinetti obliqui a sfere Super-precision serie 718 (SEA) (Pubblicazione 6810)</i>
SEA/NS CE1 SEA/NS CE3		718 CD/HC (SEA/NS CE1) 718 ACD/HC (SEA/NS CE3)	
HB CE1 HB CE2 HB CE3	SNFA <i>Catalogo Generale</i>	719 CB (HB CE1) 719 FB (HB CE2) 719 ACB (HB CE3)	<i>Cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision: design B per alta velocità (Pubblicazione 6939)</i>
HB/NS CE1 HB/NS CE2 HB/NS CE3		719 CB/HC (HB/NS CE1) 719 FB/HC (HB/NS CE2) 719 ACB/HC (HB/NS CE3)	
HB/S CE1 HB/S CE2 HB/S CE3		S719 CB (HB/S CE1) S719 FB (HB/S CE2) S719 ACB (HB/S CE3)	
HB/S/NS CE1 HB/S/NS CE2 HB/S/NS CE3		S719 CB/HC (HB/S/NS CE1) S719 FB/HC (HB/S/NS CE2) S719 ACB/HC (HB/S/NS CE3)	
HX CE1 HX CE2 HX CE3	SNFA <i>Catalogo Generale e pubblicazioni precedenti</i>	70 CB (HX CE1) 70 FB (HX CE2) 70 ACB (HX CE3)	<i>Cuscinetti obliqui a sfere schermati Super-precision: design B per alta velocità (Pubblicazione 6939)</i>
HX/NS CE1 HX/NS CE2 HX/NS CE3		70 CB/HC (HX/NS CE1) 70 FB/HC (HX/NS CE2) 70 ACB/HC (HX/NS CE3)	
HX/S CE1 HX/S CE2 HX/S CE3		S70 CB (HX/S CE1) S70 FB (HX/S CE2) S70 ACB (HX/S CE3)	
HX/S/NS CE1 HX/S/NS CE2 HX/S/NS CE3		S70 CB/HC (HX/S/NS CE1) S70 FB/HC (HX/S/NS CE2) S70 ACB/HC (HX/S/NS CE3)	
BS 200 – – BS 200/S	SNFA <i>Catalogo Generale</i>	BSA 2 (BS 200) BSA 2 2RS (BS 200/C) BSA 2 2Z (BS 200/Z) BSA 2 2RZ (BS 200/S)	<i>Cuscinetti assiali obliqui a sfere Super-precision per viti a ricircolo di sfere (Pubblicazione 6570)</i>
– – – –		BSA 3 (BS 3) BSA 3 2RS (BS 3/C) BSA 3 2Z (BS 3/Z) BSA 3 2RZ (BS 3/S)	<i>Cuscinetti assiali obliqui a sfere Super-precision per viti a ricircolo di sfere (Pubblicazione 6570)</i>
BS / – – BS /S	SNFA <i>Catalogo Generale</i>	BSD (BS ../) BSD 2RS (BS ../C) BSD 2Z (BS ../Z) BSD 2RZ (BS ../S)	<i>Cuscinetti assiali obliqui a sfere Super-precision per viti a ricircolo di sfere (Pubblicazione 6570)</i>
– –		BEAS (BEAS) BEAM (BEAM)	
BSDU, BSQU –		FBSA (BSDU, BSQU) –	

SKF – the knowledge engineering company

Dall'azienda che 100 anni fa inventò il cuscinetto orientabile a sfere, la SKF si è evoluta e trasformata in una "knowledge engineering company" in grado di operare su cinque piattaforme tecnologiche per creare soluzioni uniche per i propri clienti. Queste piattaforme comprendono naturalmente cuscinetti, sistemi di cuscinetti e dispositivi di tenuta, ma si estendono anche ad altri settori: lubrificanti e sistemi di lubrificazione, elementi critici che influenzano la durata in molte applicazioni; mecatronica, che combina il know-how meccanico a quello elettronico per realizzare sistemi di movimento lineare più efficienti e soluzioni dotate di sensori; ed un'ampia gamma di servizi, dal supporto logistico e di progettazione all'ottimizzazione di sistemi di monitoraggio ed affidabilità.

Benché il settore sia stato ampliato, la SKF mantiene la sua leadership mondiale nell'ambito della progettazione, produzione e commercializzazione dei cuscinetti a sfere, nonché di prodotti complementari come le guarnizioni radiali. Inoltre, il gruppo SKF occupa una posizione sempre più importante nell'ambito dei prodotti per movimento lineare, cuscinetti aerospaziali ad alta precisione, mandrini per macchine utensili e servizi per la manutenzione di impianti.

Il gruppo SKF detiene sia la certificazione ambientale per la gestione ambientale ISO 14001, sia quella per la salute e la sicurezza, OHSAS 18001. Singole divisioni hanno ottenuto l'approvazione per la certificazione di qualità secondo la ISO 9001 e altri requisiti specifici dei clienti.

Gli oltre 100 stabilimenti produttivi nel mondo e le società di vendita in 70 Paesi rendono la SKF un'azienda veramente multinazionale. Inoltre, i nostri distributori e concessionari dislocati in circa 15 000 sedi in tutto il mondo, le relazioni commerciali basate sul commercio online ed il sistema di distribuzione globale garantiscono sempre la vicinanza della SKF ai propri clienti e quindi la capillare fornitura sia di prodotti, sia di servizi. In pratica, le soluzioni della SKF sono disponibili proprio quando e dove lo richiedono i clienti. Il marchio SKF e l'azienda sono più forti che mai, ovunque. In qualità di "knowledge engineering company" siamo in grado di offrire al cliente competenze e risorse intellettuali di conoscenza tecnica di livello mondiale, nonché la prospettiva di supportare il cliente nel raggiungimento del suo successo.

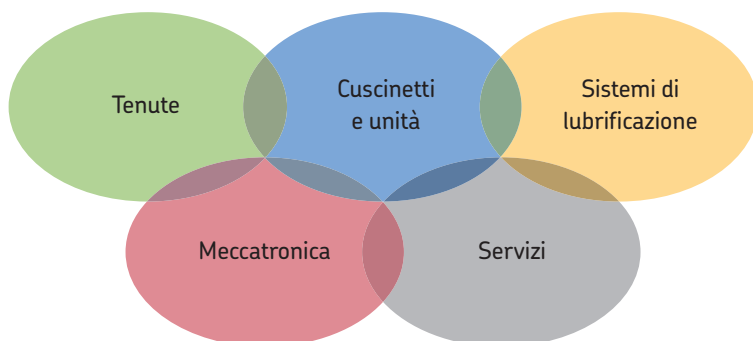


© Airbus – photo: e*rm company, H. Goussé

L'evoluzione della tecnologia by-wire

La SKF vanta esperienza e conoscenze esclusive nella tecnologia by-wire in rapida ascesa (fly-by-wire, drive-by-wire e work-by-wire). La SKF è all'avanguardia nell'applicazione della tecnologia fly-by-wire e lavora in stretta collaborazione con tutte le aziende leader mondiali nel settore aerospaziale. Ad esempio, quasi tutti gli aeromobili Airbus utilizzano i sistemi SKF by-wire per il controllo di volo.

La SKF è leader anche nel drive-by-wire in ambito automobilistico e ha collaborato con ingegneri del settore allo sviluppo di due veicoli innovativi che utilizzano componenti meccatroniche della SKF per sterzo e frenata. Ulteriori sviluppi nella tecnologia by-wire hanno portato la SKF a produrre un carrello elevatore completamente elettrico che utilizza la meccatronica anziché l'idraulica per tutti i comandi.





Sfruttare l'energia del vento

Il crescente settore dell'energia eolica rappresenta una fonte ecologica di elettricità. La SKF lavora a stretto contatto con i leader mondiali del settore per sviluppare turbine eoliche efficienti ed affidabili, fornendo un'ampia gamma di cuscinetti e sistemi di monitoraggio delle condizioni altamente specifici, al fine di prolungare la durata delle attrezzature riutilizzate in centrali eoliche situate in ambienti inhospitali e spesso isolati.



Lavorare in ambienti con condizioni estreme

Durante l'inverno, soprattutto nei paesi nordici, temperature sotto lo zero possono provocare il grippaggio dei cuscinetti delle boccole nei veicoli ferroviari a causa della scarsa lubrificazione. La SKF ha creato una nuova famiglia di lubrificanti sintetici formulati per mantenere la propria viscosità di lubrificazione anche a temperature estreme. Il know-how della SKF permette a produttori e utenti finali di risolvere le problematiche di prestazione causate dalle alte e basse temperature. I prodotti SKF, ad esempio, vengono utilizzati in vari ambienti come i forni ed i dispositivi di raffreddamento rapido dell'industria alimentare.



Un aspirapolvere più pulito

Il motore elettrico ed i suoi cuscinetti sono il cuore di molti elettrodomestici. La SKF lavora a stretto contatto con i produttori di elettrodomestici per aumentare le prestazioni e ridurre i costi, il peso, nonché il consumo di energia. Un recente esempio di questa collaborazione è una nuova generazione di aspirapolveri considerevolmente più potenti. Il know-how SKF nel settore della tecnologia per piccoli cuscinetti è utile anche per i produttori di utensili elettrici ed attrezzature da ufficio.



Un laboratorio di R&S da 350 km/h

Oltre ai noti laboratori di ricerca e sviluppo della SKF in Europa e Stati Uniti, la Formula Uno rappresenta un ambiente unico per lo sviluppo delle tecnologie dei cuscinetti. Da oltre 50 anni, i prodotti, la progettazione ed il know-how della SKF aiutano la Scuderia Ferrari a rimanere al vertice della F1 (una vettura da corsa Ferrari utilizza generalmente più di 150 componenti SKF). L'esperienza acquisita in questo settore viene quindi applicata ai prodotti che forniamo alle case automobilistiche e al mercato dell'aftermarket in tutto il mondo.



Garantire l'ottimizzazione dell'efficienza delle risorse

Grazie ai Reliability Systems SKF (Sistemi di Affidabilità), la SKF offre una gamma completa di prodotti e servizi per l'ottimizzazione dell'efficienza, da hardware e software per il monitoraggio delle condizioni a strategie di manutenzione, assistenza tecnica e programmi di affidabilità per i macchinari. Per ottimizzare l'efficienza e aumentare la produttività, alcune aziende optano per la Soluzione di Manutenzione Integrata, per la quale la SKF fornisce tutti i servizi in base ad un contratto di prestazione a costo fisso.



Pianificazione per una crescita sostenibile

Per propria natura, i cuscinetti offrono un contributo positivo alla tutela dell'ambiente consentendo alle macchine di funzionare in modo più efficiente, con minore consumo energetico e con una minore lubrificazione. Migliorando costantemente le prestazioni dei propri prodotti, la SKF rende possibile lo sviluppo di una nuova generazione di prodotti ed attrezzature ad elevata efficienza. Con un occhio al futuro ed al mondo che lasceremo alle generazioni future, le politiche del Gruppo SKF per ambiente, salute e sicurezza, nonché le tecnologie di produzione sono pianificate e implementate per contribuire alla protezione ed alla preservazione delle limitate risorse naturali della Terra. Siamo sempre impegnati verso una crescita sostenibile e rispettosa dell'ambiente.



The Power of Knowledge Engineering

Basandosi su cinque aree di competenza e su più di 100 anni d'esperienza nelle applicazioni specifiche, la SKF fornisce soluzioni innovative agli OEM e agli impianti produttivi dei principali settori industriali in tutto il mondo. Queste cinque aree di competenza comprendono cuscinetti e unità, tenute, sistemi di lubrificazione, sistemi di meccatronica (che combinano il know-how meccanico ed elettronico per realizzare sistemi intelligenti) e un'ampia gamma di servizi, dalla modellazione computerizzata 3D all'ottimizzazione dei sistemi per il monitoraggio delle condizioni e l'affidabilità, ai sistemi di gestione delle risorse. Una presenza globale garantisce ai clienti della SKF standard di qualità uniformi e la distribuzione dei prodotti in tutto il mondo.

© SKF e SNFA sono marchi registrati del Gruppo SKF.

© Gruppo SKF 2011

La riproduzione, anche parziale, del contenuto di questa pubblicazione è consentita soltanto previa autorizzazione scritta della SKF. Nella stesura è stata dedicata la massima attenzione al fine di assicurare l'accuratezza dei dati, tuttavia non si possono accettare responsabilità per eventuali errori od omissioni, nonché per danni o perdite diretti o indiretti derivanti dall'uso delle informazioni qui contenute.

PUB BU/P2 06939/4 IT - Luglio 2011

Le informazioni in questa pubblicazione sostituiscono quelle relative ai cuscinetti SKF nelle serie 719 .. B e 70 .. B contenute nella pubblicazione SKF 6002 EN High-precision bearings e quelle relative ai cuscinetti SNFA nelle serie HB e HX contenute nel Catalogo Generale della SNFA.

Stampato in Svezia su carta ecologica.

