

Esecuzioni

I cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono cuscinetti radiali obliqui ad una corona di sfere con piste progettate per sopportare carichi assiali nei due sensi. La capacità di sopportare i carichi radiali non supera una determinata frazione del carico assiale. Questi cuscinetti occupano uno spazio assiale notevolmente ridotto rispetto ai cuscinetti a due corone.

La gamma standard di cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto comprende i cuscinetti delle serie QJ 2 e QJ 3 (→ **fig. 1**). Sono disponibili nelle versioni

- esecuzione standard
- esecuzione con intaglio di arresto.

Inoltre, i cuscinetti a quattro punti di contatto sono disponibili in altre serie dimensionali, esecuzioni e dimensioni.

Cuscinetti di esecuzione standard

I cuscinetti a quattro punti di contatto trattati in questo catalogo presentano in angolo di contatto di 35° e sono stati concepiti per sopportare principalmente carichi assiali. L'anello interno è scomponibile in due metà. Ciò permette di inserire nel cuscinetto un gran numero di rulli garantendo un'elevata capacità di carico del cuscinetto. Questi cuscinetti sono scomponibili, cioè l'anello esterno con sfere e gabbia può essere montato separatamente dalle due metà dell'anello interno.

Entrambe le metà dell'anello interno dei cuscinetti a quattro punti di contatto della classe Explorer presentano uno spallamento con rientranza. Ciò rende migliore il flusso dell'olio quando il cuscinetto viene utilizzato in combinazione con un cuscinetto a rulli cilindrici (→ **fig. 2**). Inoltre, queste rientranze possono essere sfruttate per facilitare lo smontaggio.

Cuscinetti con intagli di arresto

In molte applicazioni si utilizza un cuscinetto radiale combinato a un cuscinetto a sfere a quattro punti di contatto che funge da cuscinetto assiale ed è montato con gioco radiale nell'allog-

Fig. 1

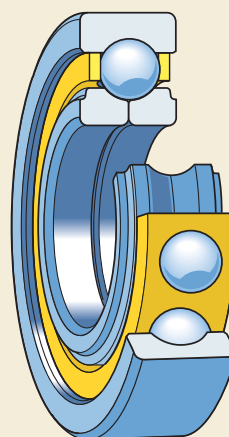


Fig. 2

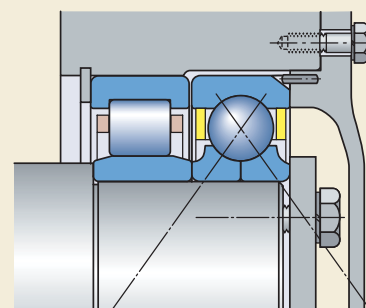
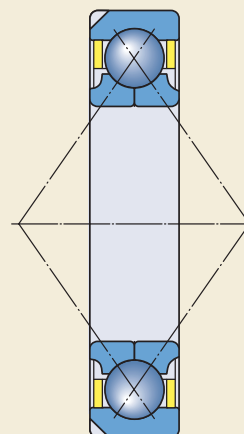


Fig. 3



giamento (→ **fig. 2**). Per impedire che l'anello esterno ruoti in direzione circonferenziale, sono disponibili cuscinetti con due intagli (appellativo con suffisso N2) nell'anello esterno posizionati a 180° l'uno dall'altro (→ **fig. 3**).

Cuscinetti Explorer

I cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto ad alte prestazioni Explorer sono contrassegnati da un asterisco nella tabella dei prodotti. I cuscinetti Explorer mantengono gli appellativi dei cuscinetti standard precedenti, ad es. QJ 309 N2MA. Tuttavia, ciascun cuscinetto e la relativa confezione sono contrassegnati dal marchio "EXPLORER".

Cuscinetti – dati generali

Dimensioni

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono conformi alla norma ISO 15:1998.

Tolleranze

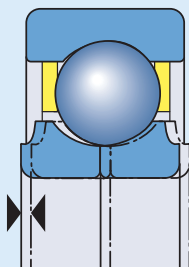
I cuscinetti a sfere a quattro contatti sono prodotti di serie secondo la classe di tolleranza Normale. Alcune dimensioni sono disponibili anche con una precisione maggiore secondo le specifiche della classe di tolleranza P6.

I cuscinetti a sfere a quattro contatti Explorer sono prodotti secondo le specifiche della classe di tolleranza P6. La precisione dimensionale è conforme alle tolleranze Normali, ma la tolleranza della larghezza è ridotta a 0/−40 µm.

I valori per le tolleranze sono conformi alla norma ISO 492:2002 e sono riportati nelle **tabelle 3 e 4 alle pagine 125 e 126**.

Tabella 1

Gioco interno assiale dei cuscinetti a quattro punti di contatto



Diametro foro		Gioco interno assiale				C3		C4	
d oltre	fino a	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm							
10	17	15	55	45	85	75	125	115	165
17	40	26	66	56	106	96	146	136	186
40	60	36	86	76	126	116	166	156	206
60	80	46	96	86	136	126	176	166	226
80	100	56	106	96	156	136	196	186	246
100	140	66	126	116	176	156	216	206	266
140	180	76	156	136	196	176	246	226	296
180	220	96	176	156	226	206	276	256	326

Cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto

Gioco interno

I cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono costruiti di serie con gioco interno assiale Normale, ma alcuni tipi sono disponibili anche con gioco interno maggiorato o minorato oppure con limiti di gioco ristretti.

I valori limite delle classi di gioco sono indicati in **tabella 1** e sono validi prima del montaggio dei cuscinetti e con carico di misura zero.

Disallineamento

La capacità di tolleranza al disallineamento tra anello interno ed esterno dei cuscinetti a sfere a quattro punti di contatti è limitata, di conseguenza anche la capacità di compensazione di eventuali errori di allineamento e la tolleranza rispetto alle inflessioni dell'albero risultano altresì limitate. Tale capacità dipende infatti da determinati fattori che includono il gioco interno durante il funzionamento, le dimensioni del cuscinetto e l'entità delle forze e dei momenti che agiscono sul cuscinetto stesso. La relazione tra questi fattori risulta complessa e non è possibile fornire indicazioni di carattere generale.

In ogni caso, errori di allineamento provocano sempre un aumento della rumorosità e delle sollecitazioni sulla gabbia, nonché la riduzione della durata del cuscinetto.

Influenza della temperatura di esercizio sul materiale dei cuscinetti

I cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto, sono sottoposti a uno speciale trattamento termico. Se sono dotati di gabbia in acciaio, ottone o PEEK, possono operare a temperature fino a +150 °C.

Gabbie

I cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono dotati di una delle seguenti gabbie

- gabbia massiccia in ottone, del tipo a feritoie, centrata sull'anello esterno, suffisso nell'appellativo MA (→ **fig. 4**)
- gabbia stampata ad iniezione, del tipo a feritoie, in polietere-eter-chetone (PEEK) rinforzata con fibre di vetro con scanalature di lubrificazione sulle superfici guida, centrata sull'anello esterno, suffisso PHAS nell'appellativo.

Carico minimo

Per garantire un funzionamento soddisfacente, i cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto, come tutti i cuscinetti a sfere e a rulli, devono sempre essere sottoposti a un determinato carico minimo, in particolare se funzionano a velocità elevate o sono soggetti a forti accelerazioni oppure a rapidi cambi di direzione del carico. In tali condizioni, le forze di inerzia di gabbia e sfere nonché l'attrito del lubrificante possono influire negativamente sulle condizioni di rotolamento del cuscinetto, provocando dannosi strisciamenti tra sfere e piste.

Il carico minimo necessario da applicare ai cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto può essere valutato con la seguente formula

$$F_{am} = k_a \frac{C_0}{1\,000} \left(\frac{n d_m}{100\,000} \right)^2$$

in cui

F_{am} = carico assiale minimo, kN

k_a = fattore di carico assiale minimo

1 per cuscinetti della serie QJ 2

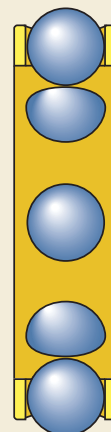
1,1 per cuscinetti della serie QJ 3

C_0 = capacità di carico statico
(→ tabella dei prodotti), kN

n = velocità di rotazione, giri/min.

d_m = diametro medio del cuscinetto
= 0,5 (d + D), mm

Fig. 4



In caso di avviamento a basse temperature o elevata viscosità del lubrificante, possono essere necessari carichi minimi maggiori. Generalmente, il peso dei componenti che gravano dal cuscinetto e le forze esterne superano il carico minimo richiesto. In caso contrario, il cuscinetto a sfera quattro punti di contatto deve essere sottoposto ad un carico assiale aggiuntivo, ad esempio utilizzando molle.

Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Se i cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono disposti come cuscinetti di vincolo e devono sostenere carichi sia radiali che assiali, il carico dinamico equivalente sul cuscinetto è dato da

$$P = F_r + 0,66 F_a \quad \text{quando } F_a/F_r \leq 0,95$$

$$P = 0,6 F_r + 1,07 F_a \quad \text{quando } F_a/F_r > 0,95$$

È importante notare che i cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto funzionano correttamente solo se le sfere entrano in contatto in un solo punto con la pista dell'anello esterno ed in un solo punto con quella dell'anello interno. Questo si verifica quando il carico assiale $F_a \geq 1,27 F_r$.

Se il cuscinetto a sfere a quattro punti di contatto ha un certo giuoco radiale nell'alloggiamento e funge da cuscinetto assiale in combinazione con un cuscinetto radiale (la disposizione tipica di questi cuscinetti, → **fig. 2 a pagina 452**), il carico dinamico equivalente sul cuscinetto diventa

$$P = 1,07 F_a$$

Carico statico equivalente sul cuscinetto

$$P_0 = F_r + 0,58 F_a$$

Appellativi supplementari

I suffissi nell'appellativo utilizzati per identificare alcune caratteristiche dei cuscinetti a sfere a quattro punti di contatto sono i seguenti.

B20	Tolleranza ridotta sulla larghezza
C2	Gioco assiale interno inferiore alla classe Normale

C2H	Gioco assiale interno nella metà superiore della classe C2
C2L	Gioco assiale interno nella metà inferiore della classe C2
C3	Gioco assiale interno superiore alla classe Normale
C4	Gioco assiale interno superiore alla classe C3
CNL	Gioco assiale interno nella metà inferiore della classe Normale
FA	Gabbia massiccia in acciaio, del tipo a feritoie, centrata sull'anello esterno
MA	Gabbia massiccia in ottone, del tipo a feritoie, centrata sull'anello esterno
N2	Due intagli di bloccaggio sulla facciata laterale larga dell'anello esterno, a 180° l'uno dall'altro
PHAS	Gabbia in PEEK rinforzata con fibre di vetro e stampata ad iniezione, del tipo a feritoie, centrata sull'anello esterno con scanalature di lubrificazione sulle superfici di guida
P6	Precisione dimensionale e di rotazione secondo la classe di tolleranza 6 della norma ISO
P63	P6 + C3
P64	P6 + C4
S1	Anelli dei cuscinetti stabilizzati dimensionalmente per temperature fino a +200 °C
344524	C2H + CNL

Progettazione dei sistemi di cuscinetti

Gli anelli esterni dei cuscinetti disposti come cuscinetti assiali, con gioco radiale nell'alloggiamento, non devono essere bloccati (→ **fig. 2, pagina 452**), altrimenti l'anello esterno non può compensare le variazioni termiche e si genera una forza aggiuntiva nel cuscinetto. Se non si può evitare il bloccaggio dell'anello esterno, è necessario almeno centrarlo con cura durante il montaggio.