

Sintesi

- Le guarnizioni servono a impedire la fuoriuscita del lubrificante dal cuscinetto volvente
- Le guarnizioni dovrebbero impedire l'ingresso di contaminanti
- Nella scelta della guarnizione occorre tenere conto di aspetti quali il tipo di lubrificante e la velocità periferica degli anelli del cuscinetto
- Esistono due varianti di guarnizione: Guarnizioni integrate ed esterne
- Le guarnizioni esterne possono essere suddivise in tenute stagne senza contatto e tenute stagne a contatto
- Le tenute stagne senza contatto sono adatte per applicazioni ad alta velocità
- Le tenute stagne a contatto hanno un labbro di tenuta in gomma e presentano una maggiore capacità di tenuta, nonché una maggiore coppia di attrito

Durante la progettazione di un assieme di cuscinetti, il tema della *tenuta stagna* sarà sempre presente. Nel capitolo attuale tratteremo i concetti di tenuta stagna sia integrata che esterna. Entrambi servono a impedire la fuoriuscita del *lubrificante* e l'ingresso di contaminanti (come polvere e acqua) nel cuscinetto volvente.

Varianti di tenuta stagna per cuscinetti volventi

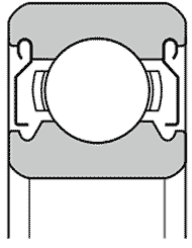
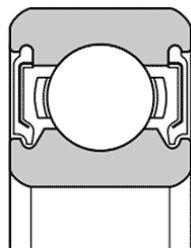
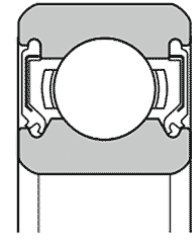
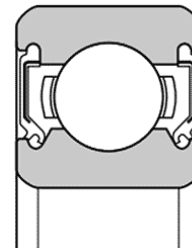
Le *guarnizioni* integrate sono integrate nel cuscinetto volvente e pressate nell'*anello interno* o esterno. Le guarnizioni integrate sono utilizzate principalmente nei cuscinetti radiali rigidi a sfere. Le guarnizioni esterne, invece, dovranno essere previste in fase di progettazione.

Vengono utilizzate nei tipi di cuscinetti in cui non è prevista alcuna guarnizione integrata (principalmente nei cuscinetti a rulli) o se una guarnizione integrata non è sufficiente e il cuscinetto necessita comunque di protezione aggiuntiva. Le funzioni delle guarnizioni integrate ed esterne sono identiche.

Nella scelta di una guarnizione occorre considerare alcuni fattori, che includono il tipo di lubrificante, la **velocità** periferica sul labbro della guarnizione, il **disallineamento** dell'albero, le limitazioni spaziali, l'attrito della guarnizione e il relativo aumento di temperatura. Anche il materiale della guarnizione svolge un ruolo importante nella scelta della guarnizione. Naturalmente bisogna considerare anche i costi sostenuti.

Guarnizioni integrate

Le guarnizioni integrate possono essere suddivise in diverse tipologie, alcune delle quali definite più dettagliatamente in questa sezione. Tutte le guarnizioni elencate di seguito sono utilizzate per la protezione dalla polvere e la tenuta stagna su entrambi i lati. Le principali guarnizioni integrate del produttore di **cuscinetti volventi** NTN sono i modelli ZZ, LLB, LLU e LLH (con bassa **coppia** di attrito).

Tipo, designazione	Versione con deflettore metallico		Versione con guarnizione in elastomero	
	Deflettore senza contatto ZZ	Tenuta stagna senza contatto LLB	Tenuta stagna a contatto LLU	Tenuta stagna a contatto LLH con bassa coppia di attrito
Design				
	Nella scanalatura dell' anello esterno è posizionato un deflettore metallico; nell'anello interno corre una scanalatura a V con una geometria a labirinto	Sull'anello esterno è agganciata una guarnizione in gomma con anima in acciaio; il labbro di tenuta scorre vicino al labbro interno nella scanalatura a V, ma senza contatto	Sull'anello esterno è agganciata una guarnizione in gomma con anima in acciaio; il labbro di tenuta interno tocca la scanalatura a V sul labbro interno	La struttura di base è la stessa di LLU, ma il contatto del labbro di tenuta interno è ridotto. Ciò si traduce in una coppia di attrito inferiore

Confronto delle prestazioni	Coppia d'attrito	Bassa	Bassa	Relativamente alta	Relativamente bassa
	Tenuta alla polvere	Ottima	Migliore di ZZ	Eccellente	Molto migliore di LLB
	Impermeabilità	Scarsa	Scarsa	Ottima	Ottima
	Ammissibilità delle alte velocità	Come il tipo aperto	Come il tipo aperto	Limitata dalla velocità periferica	Superiore a LLU
	Range di temperatura consentita	A seconda del lubrificante	-25°C ~ 120°C	-25°C ~ 110°C	-25°C ~ 120°C

Alcuni esempi di guarnizioni integrate per cuscinetti a sfere, i loro design e le loro proprietà.

Guarnizioni esterne

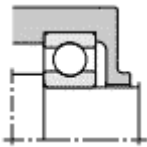
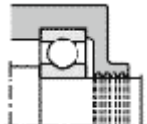
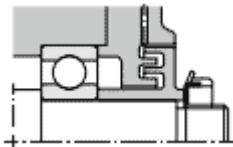
A differenza delle guarnizioni integrate, le guarnizioni esterne non sono integrate nel cuscinetto volvente e devono essere aggiunte separatamente. Possono essere suddivise in due tipologie: tenute stagne senza contatto e tenute stagne a contatto.

Tenute stagne senza contatto

La caratteristica più importante delle tenute stagne senza contatto è che in questa variante è presente un piccolo spazio, o labirinto, tra la guarnizione e la parte rotante. Le guarnizioni di questo tipo sono adatte per applicazioni ad alta velocità poiché non presentano un elevato attrito della guarnizione. Inoltre, per fornire una migliore capacità di tenuta, olio o grasso vengono solitamente applicati negli spazi residui.

Esempi di tenute stagne senza contatto

In generale è indispensabile la **lubrificazione** (olio o grasso) tra il punto di contatto del labbro di tenuta e l'anello interno o esterno del cuscinetto. In caso di **lubrificazione** ad olio, sono necessari sistemi di tenuta adeguati che impediscano perdite di olio durante il funzionamento. Nelle tabelle seguenti sono riportati i principali design delle guarnizioni, le loro proprietà e altri criteri utili alla selezione.

Tenute stagne senza contatto		
Struttura della guarnizione	Designazione	Proprietà di tenuta, criteri di progettazione
	Tenuta non a contatto	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo di guarnizione più semplice • Ha un piccolo spazio radiale
	Tenute con scanalature per l'olio sull'apertura dell'alloggiamento	<ul style="list-style-type: none"> • All'interno dell'alloggiamento sono presenti diverse scanalature concentriche per l'olio, che migliorano notevolmente la tenuta • Se le scanalature sono riempite di lubrificante, si impedisce anche l'ingresso di particelle estranee nel cuscinetto dall'esterno
	Tenuta a labirinto (esempio assiale)	<ul style="list-style-type: none"> • Le tenute a labirinto hanno un labirinto con intercapedine (in questo caso in direzione assiale) • Tipologie: tenuta a labirinto assiale, tenuta a labirinto radiale, tenuta a labirinto autoregolante

Esempi rilevanti di tenute stagne senza contatto sono la tenuta non a contatto e la tenuta a labirinto.

Tenuta stagna a labirinto

Mentre la tenuta non a contatto è considerata la tipologia di guarnizione più semplice, la tenuta a labirinto può essere considerata il tipo di tenuta stagna senza contatto più importante. Offre la massima flessibilità nella produzione nonché ottime prestazioni di tenuta

ed è anche una soluzione economica nella scelta di una guarnizione. Come è tipico per queste tenute stagne senza contatto, le tenute a labirinto, a seconda della versione, possono funzionare quasi alla velocità limite del cuscinetto volvente. Esistono tre tipi principali di tenute a labirinto, tra cui una versione assiale, una radiale e una autoregolante. Le tenute a labirinto autoregolanti vengono utilizzate, ad esempio, negli [alloggiamenti dei cuscinetti](#).


Tenute stagne a contatto

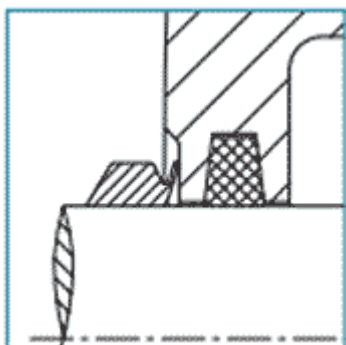
Le tenute stagne a contatto sono guarnizioni con labbro di tenuta stampato in gomma sintetica che sigilla contro l'albero, l'alloggiamento, l'anello interno o l'anello esterno. La gomma è vulcanizzata su una piastra in lamiera. Il grande vantaggio delle tenute stagne a contatto rispetto alle tenute stagne senza contatto è la loro capacità di tenuta, che è significativamente maggiore. Tuttavia, anche aspetti come la coppia di attrito e l'aumento della temperatura sono notevolmente più elevati nelle tenute stagne a contatto. Poiché il labbro di tenuta delle tenute stagne a contatto sfrega contro l'albero, la velocità periferica consentita dipende dal tipo di tenuta. Inoltre, il labbro di tenuta deve essere leggermente ingrassato prima del montaggio, in modo che non si secchi o si usuri durante i primi minuti di utilizzo.

Ci sono produttori che si sono specializzati nella produzione di diversi sistemi di tenuta. Ciò significa che esistono guarnizioni realizzate in vari materiali (tra cui metallo e plastica) e in un'ampia gamma di varianti, che presentano proprietà individuali in termini di variabilità termica e prestazioni di tenuta.

Esempi di tenute stagne a contatto

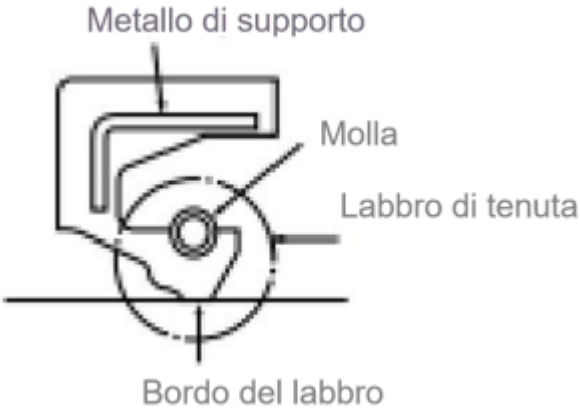
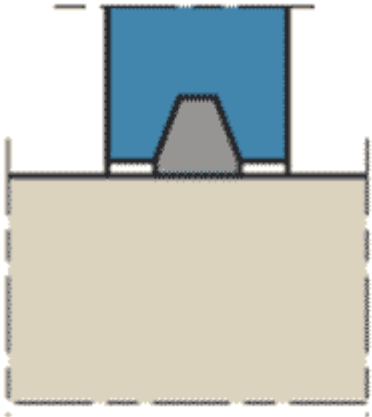
Tutte le guarnizioni elencate nella tabella sono esempi di tenute stagne a contatto, ma sono anche guarnizioni esterne. Nel caso delle guarnizioni esterne, l'albero deve essere rettificato senza torsioni nella zona di contatto della guarnizione per evitare che il lubrificante venga espulso dal cuscinetto.

Tenute stagne a contatto		
Struttura della guarnizione	Designazione	Proprietà di tenuta, criteri di progettazione
 <p>Guarnizione per grasso Z</p>	Guarnizione per grasso con sezione a Z	<ul style="list-style-type: none">• La sezione trasversale, che ricorda una Z, dà il nome a questa guarnizione• Lo spazio libero attorno alla tenuta è riempito con grasso sigillante• Spesso utilizzata in combinazione con supporti in due metà



Tenuta V-ring

- Migliora l'efficienza della guarnizione con un labbro di tenuta assiale
- L'anello a V fornisce una tenuta efficace contro la contaminazione esterna (ad esempio polvere o acqua) utilizzando la **forza centrifuga**
- Solitamente utilizzata con lubrificazione a grasso
- Nella figura: tenute in feltro (pre-ingrassate) in combinazione con tenuta V-ring. Questa combinazione viene spesso utilizzata sui supporti

 <p>Metallo di supporto</p> <p>Molla</p> <p>Labbro di tenuta</p> <p>Bordo del labbro</p>	<p>Tenuta radiale dell'albero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vicino al labbro di tenuta si trova una molla. Ciò garantisce un pretensionamento del labbro di tenuta e quindi una tenuta adeguata • Poiché il bordo di tenuta viene premuto saldamente contro l'albero, l'effetto di tenuta è elevato • Osservare le indicazioni per il pretensionamento secondo le indicazioni del produttore
	<p>Tenuta ad anello in feltro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Il feltro viene imbevuto di olio a 80°C prima del montaggio • Incavi standardizzati • Utilizzata per cuscinetti con alloggiamento in due parti • Lubrificazione con grasso consigliata

La guarnizione per grasso con sezione a Z, la tenuta V-ring, la tenuta dell'albero rotante e la tenuta ad anello in feltro sono tutte tenute stagne a contatto.

Fori di drenaggio per le tenute stagne a contatto

Tutte le tenute stagne a contatto devono essere dotate di un foro di drenaggio per garantire in ogni momento l'equalizzazione della pressione tra il cuscinetto e l'ambiente del cuscinetto. Tale foro deve essere posizionato in modo da evitare che non vi sia alcuna pressione eccessiva nell'alloggiamento che possa causare perdite di lubrificante. La scelta del foro di scarico deve tenere conto della posizione di montaggio dell'unità di azionamento per evitare perdite di lubrificante. Durante il processo di verniciatura è necessario assicurarsi che il foro di scarico non venga chiuso involontariamente. Per quanto riguarda la guarnizione radiale dell'albero è necessario rispettare la velocità periferica ammessa per il labbro di tenuta. Inoltre, la direzione di installazione della tenuta dell'albero rotante determina la sua funzione. La tenuta dell'albero rotante può impedire l'ingresso di contaminanti o la fuoriuscita di lubrificante.

Guarnizione / materiale		Velocità periferica ammissibile m/s $V(m/s) = (\pi \times d(mm) \times n(r/min)) / (60 \times 1000)$	Temperatura consentita
Tenuta radiale dell'albero	NBR	16 o meno	-25 ~ +120°C
	ACM	26 o meno	-15 ~ +150°C
	FKM/ FPM	32 o meno	-30 ~ +200°C
Guarnizione per grasso Z	NBR	6 o meno	-25 ~ +120°C
Anello a V	NBR	40 o meno	-25 ~ +120°C

Tabella con definizione della velocità consentita in base al materiale della guarnizione e alla temperatura.

Altri temi interessanti:

Cuscinetti radiali rigidi a sfere

Caratteristiche dei cuscinetti radiali rigidi a sfere Nella sua forma attuale, il cuscinetto rigido a sfere esiste da circa 150 anni – sebbene sottoposto a...

[Continua a leggere »](#)

Lubrificazione

Niente funziona senza lubrificazione: ogni cuscinetto funziona con lubrificazione a grasso o olio; ed è il prerequisito fondamentale per evitare il contatto metallico dei componenti...

[Continua a leggere »](#)

Montaggio dei cuscinetti e progettazione dei componenti circostanti

In generale, un cuscinetto è buono soltanto quanto lo è il suo ambiente. Chi può dare il meglio di sé se non si sente a...

[Continua a leggere »](#)

Scelta dell'accoppiamento

Accoppiamento con interferenza, accoppiamento incerto, accoppiamento libero. Dopo aver letto questo capitolo, dovrete conoscere ed essere in grado di definire questi tre tipi di accoppiamento....

[Continua a leggere »](#)

Supporti orientabili

Caratteristiche dei cuscinetti-inseriti Il cuscinetto-inserito, che in linea di principio è progettato come un cuscinetto radiale rigido a sfere, ha una superficie dell'anello esterno sferica....

[Continua a leggere »](#)

Tipologie di cuscinetti volventi

Dopo la lettura del nostro articolo in merito alle nozioni di base sui cuscinetti volventi, si comprende che i cuscinetti volventi sono sostanzialmente divisi in...

[Continua a leggere »](#)