

Diagnosi SNR:

Analisi e raccomandazioni per ottimizzare la durata di vita dei cuscinetti.

SNR - Industry



Come riconoscere le avarie?

Aspetto dei cuscinetti

Queste foto mostrano le avarie comuni. Sono da confrontare con la tabella di diagnostica rapida che si trova all'interno del foglio pieghevole. Ogni numero di foto corrisponde al capitolo dove viene spiegata l'anomalia.

1 Scagliature



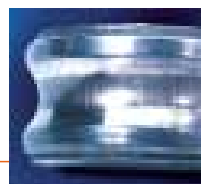
5 Usura -
Impronte
di corpi
estranei



2 Grippaggio



6 Crateri e
scanalature



3 Impronte dei
corpi volventi
per deformazione
o erosione del
metallo



7 Tracce di colpi -
Scheggiature -
Fratture



4 Vibrazioni



8 Corrosione
da contatto



9 Corrosione -
Colorazione



10 Deteriora-
mento delle
gabbie



N.B. La colorazione è l' 11° motivo di avaria identificato dai nostri servizi tecnici. Piuttosto rara e poco riscontrata durante il funzionamento, questa anomalia non verrà trattata nel presente documento.

Sommario

Introduzione

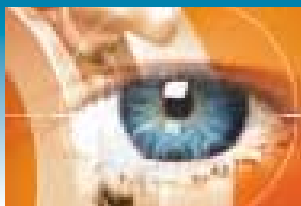
Essere informati per prevenire	p.2
--------------------------------------	-----

Cause dell'avaria

Come individuare le avarie, come identificarle?	p.4
Classificazione delle cause di avaria dei cuscinetti	
Cause esterne di avaria dei cuscinetti	
Come individuare le avarie all'origine?	p.5-6
Segni esterni del deterioramento	
Interpretazione dei segni esterni	
Controllo preventivo - Metodi e mezzi	
Identificazione delle avarie: metodi e procedure	p.7
Come procedere?	

Analisi di casi concreti

1. Scagliature	p.8-13
2. Grippaggio	p.14-15
3. Impronte di corpi volventi da deformazione o strappo del metallo	p.16-17
4. Vibrazioni	p.18-19
5. Usura - Impronte di corpi estranei	p.20
6. Crateri e scanalature	p.21
7. Tracce di colpi - Fessure - Rotture	p.22-23
8. Corrosione da contatto	p.24
9. Corrosione - Ossidazione	p.25
10. Deterioramento delle gabbie	p.26-27
Incidenze delle posizioni scorrette nelle zone di carico	p.28-31



Il presente documento si rivolge a tutti coloro che possono trovarsi a dover analizzare i casi di avaria di un cuscinetto ma soprattutto a coloro che desiderano prevenirli. Il cuscinetto è un componente "nascosto", la rilevazione e la prevenzione delle avarie implica una profonda conoscenza della struttura, delle costrizioni e dei segni esterni suscettibili di segnalare il deterioramento.

Il cuscinetto eterno non esiste

*Per quanto perfetta possa essere la sua geometria e "performante" l'acciaio di cui è costituito, **un cuscinetto possiede una durata di vita limitata.***

Quest'ultima è beninteso variabile da un cuscinetto all'altro e rientra in un calcolo delle probabilità determinato dai nostri esperti per ogni applicazione.

Ogni cuscinetto, in funzione del campo di applicazione, la difficoltà di sostituzione e le implicazioni della sua rottura, non è "programmato" per la stessa durata di vita.

Si tratta di punti essenziali da tenere in considerazione prima di parlare di "avaria".



Usura e fatica: due nozioni da non confondere



Se si paragona la durata di vita di un cuscinetto a quella di un essere umano, si può considerare che **la rottura per fatica è una "morte naturale"** che rientra nell'ordine delle cose: dopo aver subito i carichi e le costrizioni ai quali era destinato, il cuscinetto, entro un termine di tempo conforme alle specifiche, deve essere sostituito. Non c'è avaria ma bensì fatica.

I Centri Prova SNR misurano questa fatica grazie a leggi statistiche che calcolano la probabilità di durata di vita di un cuscinetto.

E' possibile che la durata di vita di un cuscinetto sia bruscamente accorciata. **Un fenomeno, spesso di origine esterna, provoca una degradazione. Tratteremo qui di questo tipo di problema.** Alla stregua di una malattia, l'usura anomala di un cuscinetto può conoscere una evoluzione lenta o brusca, con sintomi più o meno facili da scoprire.

La forza dell'esperienza

Il cuscinetto è quindi un elemento "vivo" per il quale conviene praticare un'opera di prevenzione piuttosto che di cura.

La diagnosi giusta e precoce di un'avaria può evitarne l'aggravarsi ma anche prevenire lo stesso tipo di problema su altri cuscinetti che non hanno manifestato gli stessi sintomi.

Grazie ai milioni di cuscinetti realizzati per ogni tipo di applicazione, i servizi tecnici SNR hanno maturato un'esperienza unica.

Proprio questa esperienza che vogliamo oggi condividere con voi, vi permetterà di sfruttare al massimo i nostri prodotti, di ottimizzarne la manutenzione e quindi di aumentarne le prestazioni.

Cause dell'avaria



*Come individuare le avarie,
come identificarle?*

Classificazione delle cause di avaria dei cuscinetti

Si possono classificare le avarie dei cuscinetti in tre gruppi principali:

- Avarie dovute a **cause esterne** ai cuscinetti: Montaggio difettoso o poco accurato, mancanza di manutenzione, lubrificazione insufficiente o non adeguata, sovraccarichi, vibrazioni, velocità eccessiva, temperatura troppo elevata, inquinamento, ecc.
- Avarie dovute ad errata **scelta iniziale del tipo di cuscinetto**, delle dimensioni e delle caratteristiche funzionali.
- Avarie dovute alla **qualità dell'acciaio**. Acciaio inadeguato o difetto della sua struttura. Problemi di geometria interna, di qualità delle gabbie, delle tenute, ecc.

- Alcune avarie possono verificarsi in seguito all'utilizzo di **attrezzi di montaggio inadeguati**.

La presente analisi si limiterà all'esame delle cause esterne al cuscinetto che rappresentano da sole più del 90% dei casi. I deterioramenti del gruppo 2 rientrano nell'ambito dello studio di applicazione; quelli del gruppo 3 rappresentano solo una debole percentuale delle avarie quando i cuscinetti sono di un livello qualitativo nella norma.

Inoltre, il loro studio può basarsi unicamente su analisi che necessitano mezzi investigativi e controlli importanti.

Cause esterne di avaria dei cuscinetti

Queste cause sono statisticamente le più frequenti. Risulta difficile associare con precisione le cause con determinate avarie dato che gli stessi sintomi possono avere origini diverse. Le avarie sono classificabili in quattro grandi gruppi e possono indurre ad adottare misure preventive:

1. Un cuscinetto montato correttamente è destinato a durare

- Metodi e mezzi insufficienti o inadatti.
- Inquinamento durante il montaggio.
- Montaggio con colpi.
- Lavorazione inadeguata delle sedi: alberi e alloggiamenti fuori tolleranza, arrivo difettoso del lubrificante, scorretto allineamento.

2. Un dettame tassativo: rispettare le specifiche

- Sovraccarichi accidentali o meno.
- Vibrazioni durante il funzionamento o all'arresto.
- Velocità eccessive.
- Flessioni degli alberi.

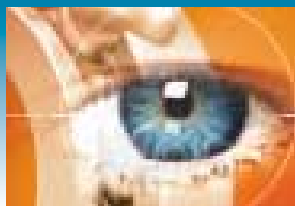
3. L'ambiente è determinante

- Temperatura ambiente troppo bassa o troppo elevata.
- Passaggio di corrente.
- Inquinamento da acqua, polvere, prodotti chimici, scarti tessili, ecc.

4. La lubrificazione è parte integrante del cuscinetto

- Scelta del lubrificante.
- Quantità (eccesso o mancanza).
- Frequenza del controllo.

La tabella riportata nella parte pieghevole della copertina riassume le principali avarie dei cuscinetti, le associa alle relative cause e consente all'utilizzatore di identificare rapidamente la probabile origine dei deterioramenti riscontrati.



Come individuare le avarie all'origine?

Il problema essenziale che si pone all'utilizzatore preoccupato di assicurare una manutenzione efficace è naturalmente di individuare il deterioramento in tempo utile, prima che questo possa provocare l'arresto della macchina o dell'impianto.

L'ispezione preventiva è certamente il mezzo più sicuro ma è economicamente possibile solo in alcuni casi. La maggior parte delle volte è possibile accedere ai cuscinetti soltanto a costo di smontaggi lunghi e spesso complessi.

All'eccezione dei casi in cui l'ispezione preventiva

riveste un carattere inderogabile (aeronautica, ventilazione delle miniere, ecc.) il deterioramento del cuscinetto dovrà **essere individuato attraverso segnali esterni**.

La valutazione del grado di fatica di un cuscinetto a partire da segnali esterni è difficile.

Generalmente, quando appaiono questi segni, il cuscinetto entra già nella fase distruttiva che può durare più o meno a lungo prima dell'arresto totale. Quest'ultima fase può essere invece molto breve.

Segni esterni del deterioramento

Durante il funzionamento qualsiasi supporto subisce modifiche rispetto allo stato statico: **vibrazioni, rumori, aumento della temperatura**. Questi fenomeni sono normali quando non eccedono certi livelli ma vanno interpretati come **segnale d'allarme** se superano la norma. E' impossibile fissare un livello di riferimento per questi segnali che dipendono da numerosi fattori: **carico, velocità, lubrificazione, tipo di cuscinetto**. Per qualsiasi controllo preventivo, sarà quindi necessario definire prima il livello di riferimento. Per differenza, sarà poi possibile individuare ogni anomalia.

Questi segnali sono:

1. Le vibrazioni

Sono percettibili sia manualmente che con dispositivi elettronici (analizzatori di frequenza e di ampiezza) in grado di far scattare l'allarme o di provocare l'arresto della macchina.

2. Rumorosità

Alcuni valori anomali possono apparire immediatamente - ad esempio rumori causati da impronte dei corpi volventi dovute ad un montaggio violento, senza le precauzioni necessarie, - oppure possono aumentare progressivamente.

All'eccezione degli squilibri che non sono generalmente udibili perché di frequenza identica a quella del gruppo rotante, i rumori sono legati ad un deterioramento.

La loro ampiezza è funzione del tipo di avaria e del grado di gravità.

3. Aumento della temperatura

La temperatura di qualsiasi supporto con cuscinetto supera la temperatura ambiente durante il funzionamento.

Questo aumento dipende da diversi fattori e si stabilizza ad un livello che può essere preso come punto di riferimento se si tratta di un aumento di temperatura accettabile. Ogni accrescimento ulteriore deve considerarsi come rivelatore di qualche anomalia.

4. Aumento della coppia di rotazione

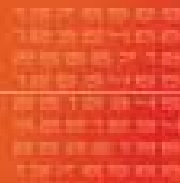
Anche se montato su cuscinetto, un sistema in rotazione (albero, ruota, puleggia...) presenta sempre una coppia resistente. Se questa coppia aumenta, significa che una modifica è avvenuta nel supporto.

Bisogna notare che un aumento della coppia resistente si accompagna generalmente ad un aumento della temperatura.

Cause dell'avaria



Come individuare le avarie all'origine



Interpretazione dei segni esterni



1. Vibrazioni

Scagliature
Abrasione - corpi estranei
Corrosione
Squilibri conseguenti all'usura del cuscinetto
Gioco eccessivo
Forzamento insufficiente di un anello...



2. Rumorosità

Impronte di corpi volenti
Scagliature
Falso brinelling (impronte dovute a vibrazione)
Corpi estranei
Corrosione
Forzamento eccessivo che annulla il gioco interno
Rottura della gabbia o dei corpi volenti...



3. Aumento della temperatura

Assenza o eccesso di lubrificante
Assenza di gioco interno
Sovraccarico assiale e radiale incidentale o dovuto a montaggio scorretto
Velocità eccessiva...



4. Coppia anomala

Deterioramento della gabbia
Deterioramento del lubrificante
Spostamento o rottura di una tenuta
Annullamento del gioco radiale...

Ciascuna di queste foto corrisponde a un sintomo (avaria prematura) facilmente osservabile. Li ritroverete tutti negli esempi concreti che seguono.

Controllo preventivo - Metodi e mezzi

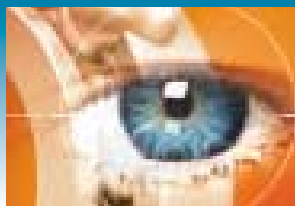
Che frequenza per i controlli?

E' difficile stabilirlo a priori. La frequenza dipende essenzialmente dall'affidabilità richiesta, dal grado di utilizzazione del materiale e da molteplici altri fattori specifici all'organizzazione interna delle imprese.

Generalmente, è auspicabile effettuare sondaggi sistematici la cui frequenza verrà stabilita in funzione della probabile durata dei cuscinetti.

Oltre al controllo visivo, esistono metodi strumentali?

Questi mezzi sono limitati. Il mercato propone comunque apparecchi o dispositivi che consentono di individuare l'origine di vibrazioni inconsuete. Esistono addirittura dei fonometri che consentono di misurare il livello di rumorosità di un supporto. **Per ogni supporto sarà quindi necessario definire un livello di riferimento che consenta di valutarne gli scarti.**



Identificazione delle avarie: metodi e procedure

L'identificazione delle avarie è talvolta difficile.

Ci si sforzerà quindi:

- Di **rilevare** tutti i **segnali presenti sul cuscinetto**.
- Di **rilevare** tutti i **segnali presenti sugli organi circostanti**.
- Di **determinare** poi le diverse **cause** che possono essere all'origine del guasto.
- Di **scegliere** tra le cause prese in considerazione **quelle che sembrano più probabili in quanto** raggruppano l'insieme dei fattori riscontrati.

Come procedere?

Esaminare tutti i punti essenziali per quanto concerne l'aspetto del cuscinetto e annotarli scrupolosamente:

Prima dello smontaggio

- Incrostazione
- Stato del lubrificante
- Temperatura
- Perdita di lubrificante
- Rumore
- Coppia
- Processo di deterioramento
- Rilevare anche l'orientamento del cuscinetto nell'alloggiamento

Dopo lo smontaggio

Non pulire mai il cuscinetto prima dell'esame, pena vanificare la ricerca e l'identificazione dei corpi estranei ed il controllo del lubrificante.

- Esaminare l'aspetto delle gabbie e dei corpi volventi.
- Prendere nota della posizione dei cuscinetti e degli anelli.
- Controllare le tolleranze di montaggio negli alloggiamenti e sugli alberi.
- Controllare gli spallamenti - perpendicolarità - presenza di depositi, di ruggine da contatto...



1 Scagliature Origine - aspetti

Le scagliature **colpiscono sia le piste che i corpi volventi** e possono essere sia profonde (scagliature da fatica) sia superficiali.

Nei due casi, cause e i sintomi sono completamente diversi.

Scagliature da fatica

Urta sulla pista dell'anello esterno



Qualunque siano il materiale e le precauzioni usate per assicurare condizioni di funzionamento ottimali, nessun cuscinetto ha una durata infinita. Gli sforzi ai quali è sottoposto ne provocano a termine il suo completo deterioramento per fatica. Quando la scelta del cuscinetto è stata effettuata correttamente ed il suo uso è normale, **la conseguenza di questa fatica è la scagliatura che compare solo incidentalmente, al limite della durata di vita calcolata.**

Prenderemo qui in esame solo le scagliature sopravvenute in modo ripetitivo in casi di funzionamento anormalmente ridotto rispetto alla prevedibile durata di vita.

Fenomeno di scagliatura da fatica

In un cuscinetto sottoposto a carico qualsiasi, le pressioni che compaiono nella zona di contatto dei corpi volventi e delle piste possono raggiungere valori molto importanti. Gli sforzi di taglio indotti si sviluppano sotto le areole di contatto, raggiungendo il valore massimo ad una certa distanza dalla superficie (qualche decimo di millimetro).

E' generalmente ammesso che questi sforzi, dovuti al passaggio ripetuto dei corpi volventi, siano all'origine della scagliatura.

Si producono **incrinature nel materiale** che si diffondono verso la superficie. L'unione di queste incrinature porta allo **strappo di frammenti di materiale.**





Il fenomeno va amplificandosi, provocando così erosioni sempre più numerose ed importanti.

Aspetto delle scagliature

La scagliatura è un fenomeno continuo che si sviluppa progressivamente ed accelera più o meno rapidamente dopo l'apparizione delle prime incrinature. E' quindi importante poter riconoscere questi primi segnali di scagliatura del materiale che provocherà a breve scadenza la messa fuori uso del cuscinetto.

A titolo indicativo, troverete qui di seguito la descrizione di alcuni fenomeni di fatica che consentono di situare il grado di avanzamento dell'avaria.

Scagliature

-  Vibrazione
-  Rumorosità
-  Aumento della temperatura
-  Coppia di rotazione



Scagliatura iniziale

Piccole lesioni appaiono sulla superficie, inizialmente senza legami tra loro. Lo stato superficiale si degrada. Il profilo generale del pezzo rimane invariato ma le lesioni rivelano l'affaticamento sottostante.

Stadio avanzato di scagliatura

Le lesioni tendono a congiungersi. Se il profilo generale del pezzo è immutato, la superficie è completamente distrutta, rivelando così uno stadio avanzato di affaticamento. Si staccano piccole scaglie che si mischiano al lubrificante e concorrono ad accelerare il processo distruttivo.

Scagliatura finale

La scagliatura invade tutta la superficie. Le alterazioni nella zona soggetta agli sforzi di taglio si uniscono tra di loro. La scagliatura distrugge interamente il profilo del pezzo che non è allora più in grado di assicurare la propria funzione.

Scagliatura superficiale



Questa avaria si presenta con macchie grigie più o meno estese, alla superficie delle piste e nella zona di carico. L'esame all'ingrandimento dimostra che è coinvolto unicamente lo strato superficiale dei pezzi.

Origine del problema

Questa avaria è generalmente provocata da una carenza di lubrificante o dall'utilizzo di un lubrificante inadeguato.

Sotto la pressione dovuta al carico applicato, il film d'olio si lacera lasciando scoperte le superfici dei corpi volventi e delle piste. Le microsaldature che avvengono sotto carico producono degli strappi superficiali di fini particelle di metallo. Non si tratta quindi, in questo caso, di una fatica del materiale ma bensì di un fenomeno che coinvolge solo la superficie.



1 Scagliature Localizzazione delle scagliature

E' necessario localizzare bene la scagliatura per analizzarne le cause e trovare una soluzione adeguata.

Scagliatura sulla zona di carico

Funzionamento con sovraccarico assiale



Come identificarla?

La scagliatura è situata nella zona di carico, distribuita in modo uniforme sulla larghezza della pista (cuscinetti a rulli) sul fondo della gola (cuscinetti a sfere, a gola profonda) sulle due piste (cuscinetti a due file di sfere o rulli).

Origine del problema

Il cuscinetto subisce dei sovraccarichi momentanei o continui.

La lubrificazione è inadeguata o insufficiente.

Prevenzione

- Controllare i carichi.
- Assicurare una lubrificazione sufficiente con un lubrificante adatto.

Scagliatura sul fianco della pista

Scagliatura dell'anello interno dovuta a difetto di allineamento



Prevenzione

- Controllare scrupolosamente il corretto allineamento degli alberi e delle sedi.
- Badare alla pulizia delle sedi, alcuni disallineamenti possono essere dovuti alla presenza di corpi estranei presenti tra cuscinetti e superfici d'appoggio.

Come identificarla?

Nei cuscinetti a sfere, la traccia del passaggio delle sfere sull'anello non rotante è spostata rispetto al fondo della gola; sull'anello rotante, la larghezza della traccia del passaggio delle sfere è superiore alla norma.

Si nota, in alcuni casi, **la rottura delle gabbie**.

Nel caso di cuscinetti a rulli conici o cilindrici, si notano delle zone di affaticamento sul fianco delle piste (o su una sola pista nel caso di cuscinetti con due file di rulli), alternate rispetto alle piste stesse e diametralmente opposte all'anello fisso.

Origine del problema

Queste avarie sono determinate da un **difetto di allineamento dell'albero** e delle sedi dovuto sia a un parallelismo scorretto dell'asse dell'albero e della generatrice della sede sia a un difetto di lavorazione della superficie d'appoggio del cuscinetto nella sede o nello spallamento dell'albero.

Si può anche notare simili difetti in caso di funzionamento dell'albero con importante flessione rotante.

Questi difetti degli organi sui quali viene montato il cuscinetto producono generalmente carichi supplementari che possono raggiungere valori considerevoli, provocando danneggiamenti in queste zone di sovraccarico.



1

Scagliature Localizzazione delle scagliature

Scagliatura sull'anello fisso: totalità' delle piste

Pista sovraccaricata



Prevenzione

- Controllare le tolleranze di esecuzione degli alberi.
- Evitare il serraggio eccessivo dei dadi delle bussole dei cuscinetti a foro conico e controllare che rimanga un gioco minimo.

Pertanto, vi consigliamo di utilizzare l'apposito regolo SNR.

Come identificarla?

Si nota una smerigliatura intensa o una scagliatura delle piste su tutta la circonferenza, anche sul lato opposto alla zona di carico.

Origine del problema

Di norma, si monta serrato l'anello rotante rispetto al carico. La scelta del valore di serraggio dipende dalle condizioni di applicazione. E sarà proporzionale al carico. Lo scopo è di evitare che gli anelli girino nella sede o nell'alloggiamento. Se il serraggio è eccessivo, può annullare il gioco interno del cuscinetto e provocare un precarico indotto che si aggiunge al carico di funzionamento. Tutti i corpi volventi sono allora a contatto con le piste.

Oltre alle scagliature precoci, i **serraggi eccessivi** possono provocare negli anelli delle tensioni interne che, aggiungendosi alle pressioni di Hertz dovute al carico, possono provocare la comparsa di fessure, vedi di rotture sugli anelli (ved. Capitolo 7). Possono essere assimilati a questi difetti di montaggio gli annullamenti di gioco interno nei cuscinetti oscillanti a sfere o rulli montati con bussole coniche.

La forza di serraggio della ghiera moltiplicata per la sua conicità sviluppa una forza di espansione importante nell'alesaggio del cuscinetto. In caso di serraggio eccessivo del dado, **l'anello interno si dilata sino ad annullare il gioco interno e a precaricare pericolosamente il cuscinetto.**

Scagliatura sull'anello fisso: zone particolari

Deterioramento provocato da un difetto geometrico della sede



Scagliatura sull'anello interno dovuta a una conicità dell'albero o della sede



Prevenzione

- Lavorare le sedi solo quando il materiale si è stabilizzato.
- Oltre al controllo dimensionale, prevedere un controllo geometrico della sede per individuare le deformazioni (circolarità, conicità).

Come identificarla?

All'esame dell'anello fisso:

- **Scagliatura o rodaggio intenso delle piste** nelle due zone diametralmente opposte, a volte anche in diversi punti dell'anello del cuscinetto.
- **Scagliatura estesa a tutta la circonferenza della pista** ma la cui localizzazione su uno dei fianchi indica che solo quella zona ha lavorato.

Origine del problema

I difetti all'origine di questi tipi di avaria sono diversi da quelli già segnalati relativamente ai difetti di ampiezza angolare della superficie d'appoggio della sede e della generatrice. Si tratta in questo caso di **deformazioni della sede**.

Nel primo caso, la deformazione consiste in una ovalizzazione o in una triangolazione.

L'anello esterno sposando la forma della sede, ne risulta una abrasione intensa delle zone di deformazione. Questo difetto è talvolta riscontrato sugli anelli dei cuscinetti oscillanti a sfere montati nei supporti in ghisa o in acciaio.

Può anche risultare dalla presenza di uno o più corpi estranei nella sede, che deformano localmente l'anello.

Nel secondo caso, l'avaria rivela una sede conica. L'anello è allora stretto su un lato solo. Se si tratta di cuscinetti a rulli cilindrici o conici, le scagliature corrispondono alla zona di massimo serraggio. Nel caso di cuscinetti oscillanti a sfere o a rulli, la fila di corpi volventi situata nella zona di precarico dell'anello esterno lavora con un sovraccarico importante.

Si può quindi notare una scagliatura localizzata su questa pista o anche delle rotture sui lati dell'anello, nel senso longitudinale a causa delle elevate pressioni hertziane raggiunte.

Questi casi di difetto sugli anelli interni sono estremamente rari in quanto le deformazioni degli alberi sono di debole ampiezza e quindi insufficienti per provocare simili avarie.

2 Grippaggio

Grippaggio con incrostazione delle sfere



Deterioramento del colletto dovuto ad un eccesso di precarico



Come identificarlo?

Strappi superficiali di materiale accompagnati da **zone opache** indicative di un trasferimento ugualmente superficiale di materiale.

La rettifica è completamente sparita da queste zone. Tracce scure rivelano surriscaldamenti localizzati o generalizzati. **Ad un grado più alto di gravità, i corpi volventi sono fortemente deformati da abrasioni del metallo, fusioni localizzate e laminature.**

Osservazione: nei cuscinetti a rulli conici, i grippaggi sono particolarmente frequenti tra il colletto superiore dei coni e la base superiore dei rulli.

Le gabbie sono in parte o totalmente distrutte e talvolta laminate sotto i corpi volventi.

All'ultimo stadio, si riscontra una saldatura totale dovuta a surriscaldamento intenso dei corpi volventi sugli anelli.

Origine del problema

Il grippaggio dei cuscinetti è inevitabile in **assenza di lubrificazione**.

Se il lubrificante è insufficiente o inadatto, si può riscontrare la rottura del film d'olio. Il metallo degli elementi rotanti entra allora in contatto con quello delle piste: si producono quindi microsaldature e riscaldamento locali. Il fenomeno si amplifica rapidamente e determina il grippaggio.

Nota: nei cuscinetti a rulli conici, tali grippaggi possono prodursi se il precarico applicato (sovraccarico assiale) è eccessivo e il lubrificante inadeguato o insufficiente; colpiscono essenzialmente la superficie maggiore dei rulli e il colletto. Questa avaria si riscontra frequentemente all'avviamento di impianti nuovi se non vengono prese delle cautele particolari per lubrificare opportunamente il cuscinetto.

Se le tolleranze di montaggio del cuscinetto nelle sedi sono tali da provocare lo slittamento dell'anello, c'è il rischio di rotazione dell'albero nell'anello o dell'anello esterno nella sua sede con conseguente intenso riscaldamento che può provocare il bloccaggio del cuscinetto

Grippaggio



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

Grippaggio di un cuscinetto con incrostazione dei rulli



Grippaggio di un cuscinetto oscillante a rulli, incrostazione dei rulli e rottura del colletto



Deterioramento della gabbia dovuto a un inizio di grippaggio



e il grippaggio dei suoi elementi. Si possono a volte notare anche delle incrinature.

Anche le velocità elevate possono provocare grippaggi, quando il carico è poco importante. Sia a causa della loro inerzia, sia per un fenomeno di frenaggio dovuto al lubrificante, i corpi volventi non entrano in rotazione istantaneamente. Gli attriti che ne derivano generano un **aumento della temperatura** e le conseguenti dilatazioni provocano il grippaggio tra corpi volventi e piste.

Questa avaria può intervenire anche sotto carico se questo è puramente radiale e se si utilizza un lubrificante troppo consistente. Nei cuscinetti a rulli, i rulli che sono fuori dalla zona di carico vengono fortemente frenati e tendono a scivolare provocando un surriscaldamento.

Prevenzione

- Seguire scrupolosamente le norme di lubrificazione suggerite dai nostri esperti.
- Utilizzare un lubrificante adatto all'applicazione.

La scelta del lubrificante è di un'importanza estrema. Deve resistere alle alte pressioni che appaiono nelle zone di contatto tra corpi volventi e anelli. Lo si sceglierà quindi, assieme al metodo di lubrificazione, in funzione della natura delle superfici, dei carichi, delle velocità e delle temperature di funzionamento. Questi studi sono stati compiuti per aiutarvi, consultateci.

Si curerà particolarmente l'ingrassaggio dei cuscinetti a rulli conici sotto gabbia, verso la base maggiore dei rulli, prima della messa in moto del nuovo impianto.

In caso di grande velocità, si sceglierà un lubrificante che consenta una rapida messa in rotazione dei corpi volventi. Potrà essere utile prevedere un precarico iniziale per assicurarne il trascinamento.



3 *Impronte di corpi volventi da deformazione o strappo del metallo*

Cuscinetti a sfere



Impronte dovute ad un montaggio sull'albero con appoggio sull'anello esterno

Come identificarle?

Nei cuscinetti a sfere, **le impronte sono generalmente coniche e si riscontrano soprattutto sul fianco delle piste**. Sono situate sia sulla totalità della circonferenza, sia su un settore più o meno esteso. La distanza tra le impronte corrisponde a quello tra le sfere. **Il fondo dell'impronta è lucido ma si ritrovano tracce di rettifica.**

Origine del problema

Si tratta dell'avaria più comune riscontrata al momento del montaggio. Si riscontra quando **un urto o uno sforzo viene imposto sull'anello non serrato**. Se l'urto genera un carico istantaneo che supera il limite elastico del materiale, impronte permanenti si formano nei punti di contatto delle sfere con le piste. Queste impronte provocano una rumorosità anomala e sono il preludio di future scagliature.

Gli urti hanno due cause principali:

- Il montaggio di un cuscinetto battendo su uno degli anelli per forzare l'anello opposto.
- La caduta accidentale di un cuscinetto su un pavimento duro.

Prevenzione

Quando le tolleranze di montaggio sono tali da dover forzare l'anello da posizionare, **non prendere mai appoggio sull'anello opposto soprattutto quando il montaggio deve essere effettuato mediante percussione**. Se l'anello serrato è di difficile accesso, lo si forzerà utilizzando un tubo dello stesso diametro e di lunghezza adeguata.

Per evitare cadute accidentali, lavorare su piani sgombri.

Impronte di corpi volventi da deformazione o strappo del metallo



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

Cuscinetti a rulli cilindrici



Strappo di materiale sulla pista di un anello esterno

Come identificare il problema?

Le piste lasciano apparire **righe più o meno profonde** parallele alla loro generatrice, spesso con **strappo di metallo** la cui distanza corrisponde generalmente a quella dei rulli.

Origine del problema

Montaggio forzato.

Quando si produce un inceppamento, se si forza il piantaggio, i rulli rigano la pista dell'anello più o meno profondamente.

Prevenzione

Non forzare mai un anello nell'altro.

Si raccomanda di far girare l'albero mentre lo si presenta all'altro anello. La messa in rotazione aiuterà i rulli a prendere il loro posto evitando l'inceppamento. Succede la stessa cosa se si tratta dell'anello esterno, montato ad esempio su un carter.

Si raccomanda di **ingrassare correttamente** il cuscinetto **prima dell'assemblaggio** in quanto l'assenza di grasso facilita l'inceppamento e il grippaggio dei rulli.

Cuscinetti a rulli conici

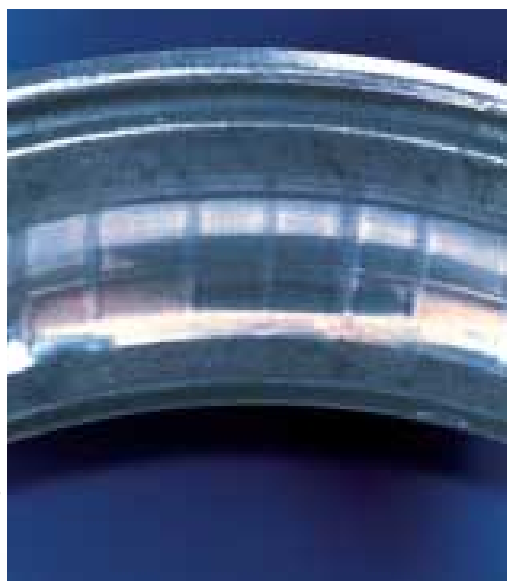


Scagliatura al centro della pista di rodaggio

Urti al montaggio.

Se l'anello interno era utilizzato per piantare l'anello esterno nella propria sede, possono apparire delle impronte.

4 Vibrazioni



Falso brinelling su un cuscinetto a sfere

Come identificarle?

Gli anelli dei cuscinetti presentano, sulle piste, **impronte lucide o opache più o meno estese**, la cui distanza corrisponde nei casi semplici a quella dei corpi volventi. Si può tuttavia notare a volte la presenza di numerose impronte che si sovrappongono o si intercalano. Tuttavia, è sempre possibile ritrovare su queste impronte la distanza dei corpi volventi.

L'esame all'ingrandimento permette di constatare che le impronte sono dovute alla scomparsa del materiale e non al ricalcamento dello stesso come nel caso di impronte da urti. In tutti i casi, le tracce di rettifica sono sparite. **Questa avaria è anche denominata falso brinelling.**

Vibrazioni



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

Falso brinelling su un cuscinetto a rulli



Origine del problema

Il falso brinelling interessa i cuscinetti allo stato statico o con debole oscillazione ma sempre in **presenza di vibrazioni**. Può tuttavia interessare un cuscinetto in rotazione quando i due anelli girano simultaneamente con totale sincronismo (cuscinetti piloti).

Il fenomeno dell'avaria può essere così schematizzato: sotto l'effetto congiunto di una pressione anche debole e di vibrazioni, il lubrificante tende a fuoriuscire dalla zona di carico, lasciando a nudo le superfici di contatto tra corpi volventi e piste. L'energia della vibrazione provoca delle micro-saldature o microgrippaggi e, in seguito, strappi di metallo.

Le particelle strappate si ossidano come in caso di corrosione da contatto e il loro potere abrasivo contribuisce ad accelerare il fenomeno.

Questo tipo di avaria si riscontra:

- Sui cuscinetti montati sulle macchine ferme ma che subiscono intense vibrazioni.

- Sui cuscinetti in rotazione quando i due anelli girano alla stessa velocità angolare e restano quindi fissi l'uno rispetto all'altro.

Si risconteranno simili avarie nei gruppi elettrogeni di soccorso accoppiati sulla stessa piattaforma di un gruppo in funzionamento, su motori elettrici fermi su macchine che girano, su ventilatori di emergenza accoppiati con ventilatori in funzionamento, su macchine o impianti non sospesi con trasporto di lunga durata con vibrazioni, ecc.

Il rischio è proporzionato al peso e all'intensità delle vibrazioni dell'impianto.

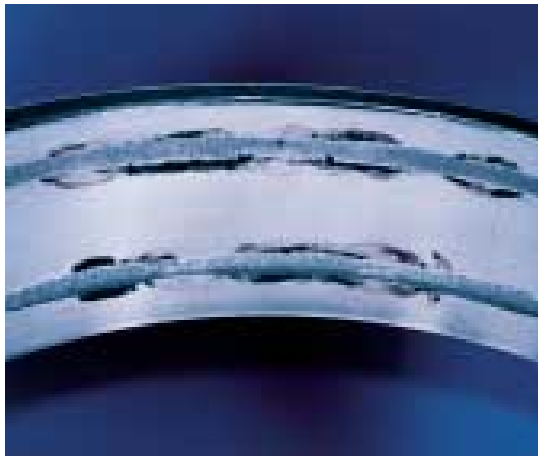
Prevenzione

- Bloccare l'albero dei motori, generatori e altre macchine simili durante il trasporto.
- La messa in rotazione, anche lenta, delle macchine ferme in zona di vibrazioni facilita la ripartizione del lubrificante e evita il carico permanente in un punto preciso delle piste.
- I cuscinetti di grandi dimensioni saranno stoccati in orizzontale fuori dalle zone di vibrazione come le officine.
- Per il montaggio da fermo, utilizzare lubrificanti fluidi più adatti a infiltrarsi nelle superfici di contatto.
- Per il montaggio durante il funzionamento, si terrà presente che:
 - I grassi meno consistenti (grado NLGI) sono ugualmente i più efficaci mentre i grassi al silicone sono tra i meno efficaci.
 - La migliore resistenza al Falso Brinelling è ottenuta con oli di base con debole viscosità.



5 Usura - Impronte di corpi estranei

Ossidazione e usura in rotazione (entrata di liquido al momento della lubrificazione)



Come identificarla?

- **Rodaggio più o meno intenso** dei corpi volventi e delle piste con presenza di solco longitudinale continuo o a settori.
- Comparsa di **gioco eccessivo, squilibri e vibrazioni**.
- **Usura** delle gabbie.
- **Impronte** di piccole dimensioni sulle piste degli anelli, con bordi leggermente arrotondati dimostrazione di un conficamento del materiale.
- Riduzione anomala della durata di vita per accelerazione della **fatica del materiale**.
- **Rumore** anomalo.

Origine del problema

Questi difetti sono tutti dovuti alla **mancanza di protezione durante il montaggio del cuscinetto o l'utilizzazione**. Succede purtroppo frequentemente che l'utilizzatore non si renda chiaramente conto del rischio provocato dalla polvere. In effetti, indipendentemente dalla sua origine, e anche se proviene da un locale non industriale, **la polvere possiede sempre un alto potere abrasivo**. Girando, il cuscinetto acquista un gioco eccessivo e appaiono squilibri che aumentano la fatica del materiale. Le gabbie presentano tracce di usura più o meno importanti.

Le impronte di corpi estranei hanno la stessa origine delle usure, un difetto di protezione che

consente alle particelle estranee di penetrare nel cuscinetto. Il ripetuto passaggio di questi corpi estranei tra corpo volvente e pista provoca la formazione di molteplici piccole impronte che rendono il cuscinetto rumoroso. La degradazione della superficie delle piste e dei corpi volventi accelera la fatica del materiale.

Questo fenomeno è stato chiaramente evidenziato dai nostri centri prova.

Prevenzione

- Prendere, al momento del montaggio, le **misure** indispensabili **pulendo** alberi e sedi ed effettuando il montaggio in locali e su piani di lavoro esenti da polvere.
- Non lavare i cuscinetti nuovi.
- Stoccare i cuscinetti lontano dalla polvere.
- Utilizzare un lubrificante pulito - tenere scatole e fusti chiusi.
- Non stoccare all'aperto componenti meccanici in attesa di essere montati.
- Prevedere tutti i dispositivi di protezione adatti per impedire che i detriti (tessile, paglia, fibre) o qualsiasi polvere ambiente (carbone, sabbia, limatura, prodotti chimici, ecc...) possano penetrare nel cuscinetto.
- Utilizzare preferibilmente cuscinetti SNR stagni o protetti oppure dotati di tenute speciali.

Usura - Impronte di corpi estranei



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

6 Crateri e scanalature

Passaggio di corrente elettrica nell'anello interno in rotazione



Arco elettrico sull'anello interno



Crateri con fondi scuri sui corpi volventi



Come identificarli?

- **Crateri:** l'esame all'ingrandimento evidenzia delle **impuntature con bordi netti** raggruppate in file più o meno lunghe. I crateri mostrano una fusione localizzata del metallo.
- **Scanalature:** successione di **spiazzate strette l'una a fianco dell'altra** che danno l'impressione di scanalature che si seguono sulla zona delle piste sottoposte a carico. Possono anche apparire sui rulli.

Origine del problema

Questa avaria può prodursi nelle macchine rotanti montate in vari impianti (macchine utensili, materiale ferroviario, convertitori, motori, ecc) quando **il cuscinetto si trova sul luogo di passaggio di una corrente di fuga e risulta essere l'unico legame con la massa e il suolo.**

• Corrente di forte intensità:

A causa dei contatti dovuti alla prossimità tra corpi volventi e piste e anche attraverso il film lubrificante, appaiono degli archi che provocano la comparsa di punti caldi dove si producono delle fusioni.

• Correnti di debole intensità:

Provocano la comparsa di un'alterazione periodica della superficie che, con la rotazione, appare sotto forma di colorazione grigia.

Prevenzione

- Verificare o fare **la messa a terra delle macchine rotanti**, comprese le parti mobili.
- Verificare gli isolamenti - pulire i collettori dei motori per evitare fughe di corrente.

Crateri e scanalature



Vibrazione



Rumorosità



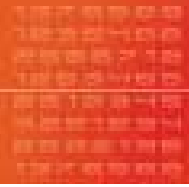
Aumento della temperatura



Coppia di rotazione



7 *Tracce di colpi Fessure - Rotture*



Queste tre avarie traducono i vari livelli di uno stesso errore di montaggio: la percussione senza precauzioni.

Colpi - Fessure - Rotture

Rotture dovute a montaggio con percussione



Come identificarli?

- **Tracce di colpi ed impronte di attrezzi** sulle superfici piane, i corpi volventi e le curve.
- **Fessure e rotture** degli spallamenti e dei colletti.

Origine del problema

Quando un colpo portato direttamente sull'anello del cuscinetto supera i limiti di elasticità del metallo, si forma una impronta permanente. I **colpi** possono provocare vari danni: deformazione degli anelli, impronte. In alcuni casi, gli **urti** possono provocare la comparsa di fessure o anche di rotture. Le fessure sono tanto più nocive quanto non appaiono subito, provocando nel tempo la formazione di schegge che si introducono all'interno del cuscinetto e rovinano le piste e i rulli. Quest'ultimo tipo di avaria è frequente nei cuscinetti a rulli cilindrici i cui spallamenti di guida dei rulli sono particolarmente sensibili agli urti. Numerosi casi di rottura sono ugualmente riscontrati sui cuscinetti oscillanti a rulli. Quando si fa rotolare l'anello esterno, succede frequentemente che uno o più rulli fuoriescano leggermente dall'alveolo della gabbia. La sistemazione dell'anello è difficoltosa a causa dei rulli che

Tracce di colpi - Fessure - Rotture



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

prendono contemporaneamente appoggio sulla superficie esterna dell'anello esterno e sullo spallamento dell'anello interno. Quando i rulli si sono sfilati, qualsiasi urto sull'anello esterno per forzarne il rotolamento si trasmette attraverso i rulli agli spallamenti dell'anello interno.

Si notano frequentemente delle **rottture la cui distanza corrisponde esattamente a quella dei rulli**.

Prevenzione

Nessun urto deve essere provocato direttamente con un attrezzo di percussione sugli anelli e sugli spallamenti. Al momento del montaggio, interporre sempre tra il martello e il cuscinetto un tubo del diametro dell'anello da posizionare. Questo tubo distribuirà la forza del colpo su una larga porzione della circonferenza dell'anello. Per realizzare questa operazione facilmente, SNR mette a vostra disposizione un set di montaggio con tutti gli attrezzi utili.

*Nota: per i cuscinetti a rulli cilindrici o conici, i **cuscinetti oscillanti a rulli**, si raccomanda di riscaldare gli anelli interni.*

Nella maggior parte dei casi e in funzione del diametro del cuscinetto, il riscaldamento a 80 o 90°C assicura una dilatazione largamente sufficiente per consentire un facile posizionamento.

Per raddrizzare l'anello esterno sfilato da un cuscinetto oscillante a rulli, si baderà a far girare l'anello bloccando contemporaneamente i rulli sfilati. Gli urti saranno assolutamente vietati.

Rottura degli anelli

Come identificarla?

- **Rottture** presenti su larghi settori dell'anello.
- **Fratture trasversali**.

Origine del problema

- **Deformazione dell'alloggiamento**.
- **Anelli esterni: carichi eccessivi** che possono derivare da un precarico del cuscinetto provocato dalla scomparsa del gioco interno dovuto ad un serraggio troppo importante dell'anello interno sull'albero (vedere capitolo 1). Gli sforzi radiali provocati possono causare lo "scoppio" di un anello.
- **Rottture trasversali degli anelli interni: serraggio eccessivo** che provoca la rottura causata dalla messa in tensione del metallo.

Prevenzione

Controllare che le tolleranze di aggiustamento non provochino un assorbimento del gioco interno e una messa in precarico importante del cuscinetto. Eventualmente, utilizzare un cuscinetto con gioco interno aumentato.



8 Corrosione da contatto

Corrosione da contatto sul foro e la faccia d'appoggio



Come identificare il fenomeno?

I fenomeni di corrosione da contatto si accomunano con quelli che provocano il Falso Brinelling (vedere capitolo 4).

Sono localizzati nel foro, sul diametro esterno o sulle superfici di appoggio del cuscinetto. La corrosione da contatto si presenta sotto forma di **macchie rosa, brune o nere più o meno estese**. L'esame all'ingrandimento lascia apparire un attacco più o meno profondo delle superfici colpite. **Allo sfregamento, queste macchie lasciano tracce di ruggine**. Nel caso più avanzati, anelli e piste sono rivestite da una pasta bruna formata dalla ruggine mista a lubrificante. Se la corrosione è profonda, può, in caso di cuscinetti a debole sezione, provocare la rottura di questi anelli sotto il carico.

Origine del problema

L'anello che gira rispetto al carico deve essere montato con un serraggio che impedisca qualsiasi rotazione dell'anello nella sede.





Se questo **serraggio** è **insufficiente**, e successivamente se c'è gioco, l'albero nel foro, o l'anello esterno del cuscinetto nella sede, effettuano una lenta reptazione. In caso di contatto secco nelle

sedi, i grippaggi localizzati provocano strappi di fini particelle di metallo dai cuscinetti, nelle sedi degli alberi e negli alloggiamenti. Queste particelle si ossidano più rapidamente di quanto la lubrificazione impieghi per raggiungere generalmente queste zone; il loro potere abrasivo tende ad accelerare il fenomeno; nelle sedi, che non sono sempre rettificate, l'elevata rugosità delle superfici ne favorisce la comparsa. Quando **i cuscinetti ruotano o vibrano nelle loro sedi**, la corrosione da contatto coinvolge anche le superfici. Questo si può produrre quando il bloccaggio assiale è insufficiente o quando viene riassorbito a causa del cedimento di uno spessore o dell'allentamento parziale di un dado. La zona del cuscinetto interessata riproduce allora esattamente, in cavo, la corrispondente sede dello spallamento o dell'anello di bloccaggio.

Prevenzione

- **Controllare la geometria e le tolleranze di aggiustamento degli alberi e degli alloggiamenti** per assicurare il serraggio del cuscinetto dove è necessario.
- **Verificare l'opportuno serraggio** dei dadi di bloccaggio assiali o dei cappelli degli alloggiamenti quando partecipano al fissaggio del cuscinetto.
- In ricambio, ricaricare eventualmente gli alberi.
- **Utilizzare le paste di fissaggio SNR.**

Corrosione da contatto

-  Vibrazione
-  Rumorosità
-  Aumento della temperatura
-  Coppia di rotazione

9 Corrosione - Ossidazione

Ossidazione durante l'arresto (entrata di liquido)



Ossidazione durante il funzionamento (entrata di liquido)



perché la temperatura dell'impianto meccanico ritorni al valore dell'ambiente. In fase di funzionamento, la temperatura del cuscinetto aumenta, l'aria contenuta nella sede si dilata e sfugge all'esterno. All'arresto, il ritorno alla temperatura ambiente si accompagna di un riflusso d'aria saturo di umidità che si condensa nel cuscinetto. Il rinnovo frequente del ciclo provoca il deposito di un quantitativo crescente di acqua che, mescolandosi al grasso, non sparisce completamente durante la fase di riscaldamento. La corrosione raggiunge progressivamente l'insieme degli elementi interni. Gli effetti sono paragonabili a quelli della polvere abrasiva. Gli strati ossidati cedono sotto la pressione dei corpi volventi e questo ossido porfirizzato accelera a sua volta l'abrasione. La presenza di macchie corrosive permette una identificazione assolutamente certa. Infatti, queste macchie non colpiscono unicamente le parti vive del cuscinetto ma il suo insieme, comprese le facce, i diametri e le gabbie.

Prevenzione

- Perfezionare o prevedere le protezioni necessarie.
- Modificare l'ambiente attraverso una ventilazione adeguata.
- Evitare le proiezioni liquide sulle tenute e le protezioni che non sono sufficientemente spinte.
- Utilizzare il lubrificante adatto.
- Utilizzare dei cuscinetti stagni SNR.

Come identificare il fenomeno?

- **Colorazione** localizzata o generalizzata del cuscinetto.
- Macchie più o meno estese di colore rossastro o nero con **interessamento della superficie o delle cavità**.

Origine del problema

Introduzione accidentale o sistematica di umidità o di liquidi corrosivi. **Difetto di tenuta dell'impianto**. La corrosione può essere sistematica quando il cuscinetto lavora in atmosfera satura di umidità e quando è sottoposto a periodi alternati di funzionamento e di arresto sufficientemente prolungati

Corrosione - Ossidazione



Vibrazione



Rumorosità



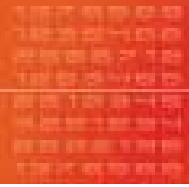
Aumento della temperatura



Coppia di rotazione



10 Deterioramento delle gabbie



Deformazione durante il montaggio

Rotura della gabbia dovuta a vibrazioni



Come identificare il fenomeno?

Gabbie deformate - alveoli schiacciati - tracce di colpi. Avarie a volte difficilmente identificabili perché spesso mascherate da importanti effetti secondari quali: riscaldamento, laminatura delle gabbie sui corpi volventi, grippaggi.

Origine del problema

La gabbia è particolarmente vulnerabile finché il cuscinetto non è definitivamente posizionato. Un **montaggio senza precauzioni** rischia quindi di danneggiarla gravemente.

Nel cuscinetto a sfere, per esempio, la sua fragilità è ancor più accentuata dal fatto che la gabbia affiora alla superficie delle facce. Nel cuscinetto a rulli conici, la gabbia affiora sensibilmente sulla faccia piccola del cono.

I danni causati alle gabbie sono generalmente dovuti a pessimi attrezzi o spesso anche alla totale mancanza di strumenti di montaggio. Quando i cuscinetti sono montati per percussione con spuntoni in appoggio, succede frequentemente che questi attrezzi slittino brutalmente sotto le martellate, provocando deformazioni e schiacciamenti degli alveoli a seguito dell'inceppamento dei corpi volventi corrispondenti.

Prevenzione

- Montare i cuscinetti preferibilmente con la pressa.
- Evitare l'uso di spuntoni.

Quando il montaggio mediante percussione è inevitabile (specialmente in fase di ricambio), utilizzare dei tubi di diametro corrispondente a quello dell'anello del cuscinetto da montare. Questo procedimento è particolarmente raccomandato per il montaggio serrato di un cono con appoggio sulla faccia più grande e la cui gabbia affiora sulla faccia più piccola.

Deterioramento delle gabbie



Vibrazione



Rumorosità



Aumento della temperatura



Coppia di rotazione

Usura

Come identificarla?

Usure più o meno pronunciate degli alveoli e dei diametri interni ed esterni delle gabbie.

Origine del problema

Introduzione al montaggio, ma generalmente durante il funzionamento, di **particelle abrasive**. Il **sovraccarico assiale** può essere all'origine dell'usura della gabbia. Nel caso di cuscinetti a sfere con gabbie ad alveoli, l'abrasione ingrandisce gli alveoli. La gabbia, che è in origine centrata sulle sfere, assume un gioco eccessivo e uno squilibrio importante. Con conseguente sfregamento del diametro esterno contro l'anello esterno e del foro contro l'anello interno. Lo squilibrio accelera l'usura degli alveoli.

In caso di cuscinetti conici, si nota un'usura del ponte della gabbia e talvolta anche la rottura della stessa.

Prevenzione

- Pulire scrupolosamente gli organi di ricevimento del cuscinetto per eliminare tutte le particelle abrasive.
- Assicurare una protezione efficace del cuscinetto mediante tenute o altro dispositivo appropriato.
- Utilizzare cuscinetti stagni SNR.
- Utilizzare lubrificanti puliti esenti da particelle estranee e badare a mantenerli puliti chiudendo accuratamente le scatole e i fusti.

Rottura

Come identificarla?

Rotture con o senza laminatura sotto i corpi volventi.

Origine del problema

Le rotture delle gabbie possono avere le seguenti origini:

- **Danneggiamento importante nel corso del montaggio.**
- **Vibrazioni** che generano degli urti.
- Un grippaggio dovuto ad una **lubrificazione difettosa**.
- Impreviste **accelerazioni o decelerazioni brutali** con conseguente deformazione degli alveoli.
- **Velocità eccessiva della gabbia** (cuscinetti a sfere).
- **Serraggio eccessivo** del cuscinetto dovuto all'annullamento del gioco interno a seguito di un difetto di montaggio (serraggio troppo stretto) o di una dilatazione dovuta ad una temperatura eccessiva di funzionamento o ancora ad una importante differenza di temperatura tra l'anello esterno e l'anello interno.
- **Sforzi di scarico alternati e ripetuti** in caso di cuscinetti a sfere. Le inversioni del senso di tra-

scinamento delle sfere dovute a questi scarichi, la velocità differenziale ad ogni inversione provocano delle elongazioni ripetute delle gabbie che, per fatica del metallo, si rompono.

- Deformazione delle sedi, squilibri incontrollati, ecc.

Prevenzione

- Prendere tutte le **misure preventive al momento del montaggio** per evitare il danneggiamento delle gabbie.
- Assicurare la **corretta lubrificazione** del cuscinetto con un lubrificante adatto all'applicazione (velocità, temperatura, carichi): Verificare se il lubrificante arriva in quantità sufficiente nel cuscinetto.
- Controllare le accelerazioni e decelerazioni.
- Verificare le velocità massime raggiunte dal cuscinetto e assicurarsi che questo possiede le caratteristiche corrispondenti alle esigenze.
- Verificare le tolleranze di aggiustaggio e le temperature di funzionamento.
- In caso di sforzo da ribaltamento alternato, utilizzare un **tipo di gabbia adatto** (consultare i nostri esperti).



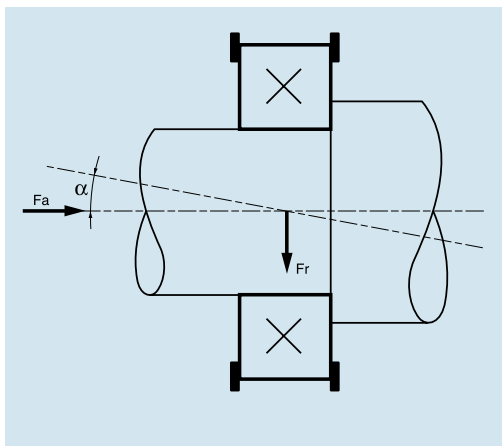
Incidenze delle posizioni scorrette nelle zone di carico

Disallineamento

L'esame di un cuscinetto, anche senza nessun deterioramento evidente, può condurre a notare una anomalia di funzionamento dovuta ad una deformazione degli organi circostanti, ad una scorretta posizione del cuscinetto nelle proprie sedi, oppure ad una modifica delle condizioni teoriche di lavoro durante il funzionamento.

L'esame delle zone di contatto con le piste, che sono visibili anche dopo un tempo ridotto di funzionamento, permette di controllare se sono conformi alla norma, tenuto conto della natura e della direzione dei carichi applicati al cuscinetto.

Se l'immagine osservata non corrisponde a quella attesa per una data messa in opera, significa che appaiono carichi o deformazioni non previste nello schema iniziale.



Legenda

AE: Anello esterno

AI: Anello interno

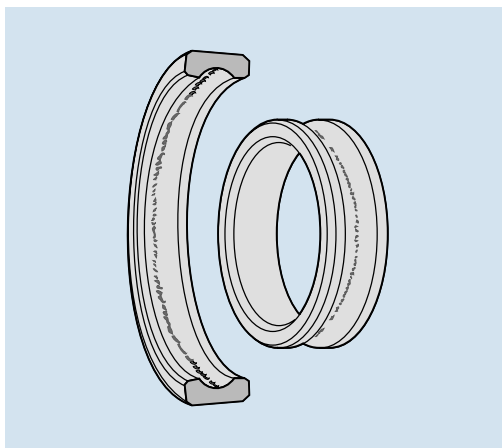
Fisso o rotante: Riferito al carico

Fr: Forza radiale

Fa: Forza assiale

α : Angolo dell'asse con la generatrice della sede.

Caso n° 1



AE	Fisso ma scivola sotto carico
AI	Gira
Fr	Fissa rispetto alla sede
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

La traccia di passaggio delle sfere si estende su tutta la circonferenza dei due anelli. Tracce di frizione sul \varnothing dell'**AE**.

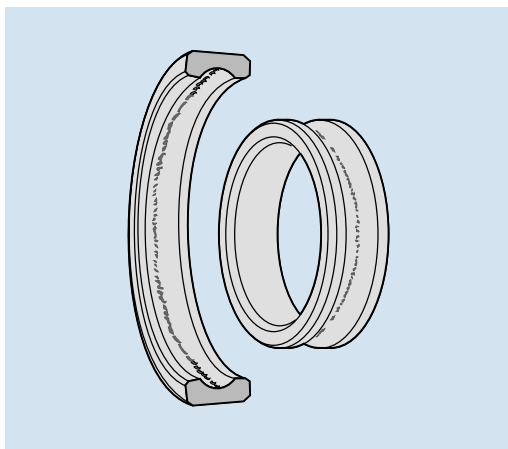
Origine del problema

Rotazione anomala dell'**AE** che slitta sotto il carico.

Rimedio

Rivedere l'aggiustamento dell'anello esterno o del suo dispositivo di fissaggio.

Caso n° 2



AE	Gira
AI	Fisso ma scivola sotto carico
Fr	Fisso rispetto all'albero
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

La traccia di passaggio delle sfere si estende su tutta la circonferenza dei due anelli.

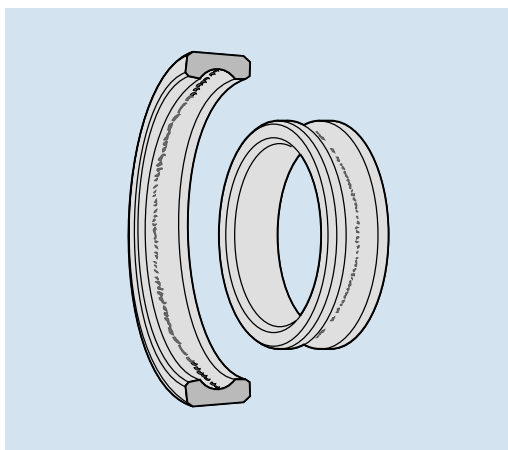
Origine del problema

Rotazione anomala dell'**AI** rispetto all'albero. Lo slittamento dell'**AI** è confermato dalla presenza di tracce nel foro con cancellatura parziale o totale delle tracce di rettifica del foro mediante levigatura.

Rimedio

Rivedere l'aggiustamento dell'**AI** sull'albero o sul dispositivo di fissaggio.

Caso n° 3



AE	Fisso
AI	Gira - serraggio esagerato sull'albero
Fr	Addizionale, indotta da carico anomalo dell' AI
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

La traccia di passaggio delle sfere si estende su tutta la circonferenza dei due anelli.

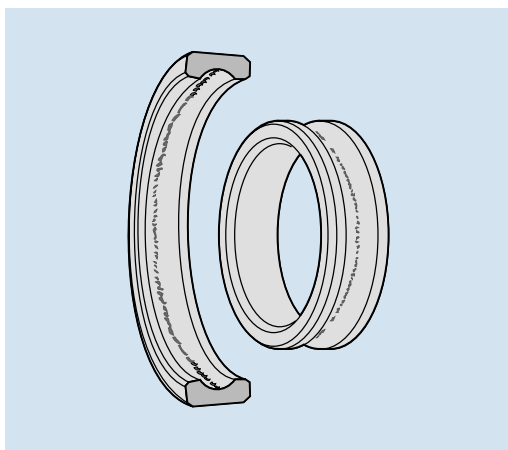
Origine del problema

Serraggio esagerato sia dell'**AE** nella propria sede sia dell'**AI** sull'albero. Annullamento del gioco interno e comparsa di un carico anomalo che si aggiunge al carico normale.

Rimedio

Rivedere l'aggiustamento dell'anello con serraggio anomalo. Aumentare il gioco interno del cuscinetto.

Caso n° 4



AE	Gira - serraggio esagerato nella sede
AI	Fisso
Fr	Addizionale, indotta da carico anomalo dell' AI
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

La traccia di passaggio delle sfere si estende su tutta la circonferenza dei due anelli.

Origine del problema

Serraggio esagerato sia dell'**AE** nella propria sede sia dell'**AI** sull'albero. Annullamento del gioco interno e comparsa di un carico anomalo che si aggiunge al carico normale.

Rimedio

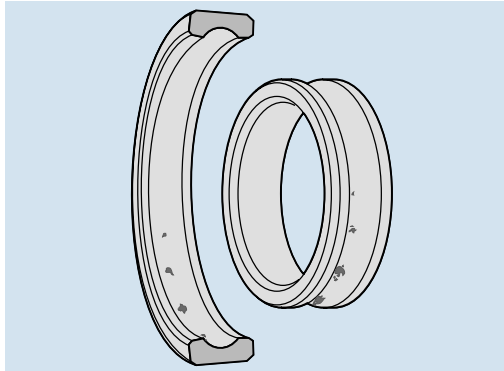
Rivedere l'aggiustamento dell'anello con serraggio anomalo. Aumentare il gioco interno del cuscinetto.

Analisi di casi concreti



Incidenze delle posizioni scorrette nelle zone di carico

Caso n° 5



AE	Fisso rispetto all' AI
AI	Fisso rispetto all' AE
Fr	Fisso rispetto all' AE o AI
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

Zone di contatto comprese in un arco leggermente inferiore alla metà della circonferenza.

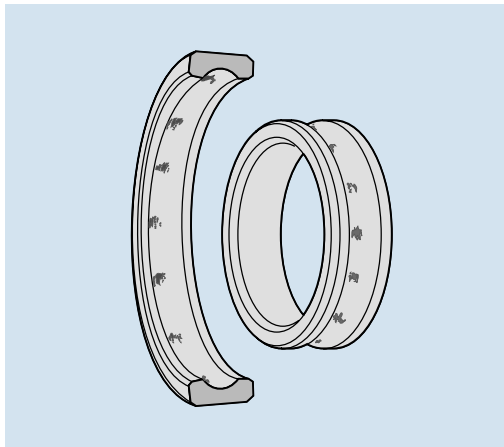
Origine del problema

Vibrazioni che colpiscono generalmente un cuscinetto fermo.

Rimedio

vedere pag. 18 (capitolo Vibrazioni)

Caso n° 6



AE	Fisso rispetto all' AI
AI	Fisso rispetto all' AE
Fr	Gira rispetto all' AE o AI
Fa	Nulla
α	Nulla

Come identificarlo?

Zone di contatto equidistanti con passo corrispondente a quello delle sfere, distribuite su tutta la circonferenza delle piste dell'**AE** e **AI** e a fondo gola.

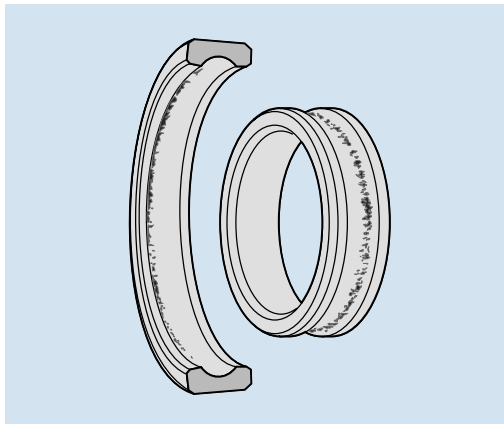
Origine del problema

Vibrazioni sul cuscinetto. La gabbia può ruotare leggermente durante il funzionamento, in particolare a causa delle vibrazioni. Si nota allora una successione di zone di contatto distribuite regolarmente.

Rimedio

Eliminare le cause delle vibrazioni. Utilizzare un lubrificante adatto.

Caso n° 7



AE	Fisso - Gira
AI	Gira - Fisso
Fr	Nulla o trascurabile rispetto alla Fa
Fa	Continua
α	Nulla

Come identificarlo?

Traccia di passaggio delle sfere su tutta la circonferenza dei due anelli ma anormalmente spostata lateralmente. **AI**: verso la faccia sottoposta al carico. **Fa**, **AE**: verso la faccia opposta al carico (simmetrica alla traccia sull'**AI** rispetto al fondo gola)

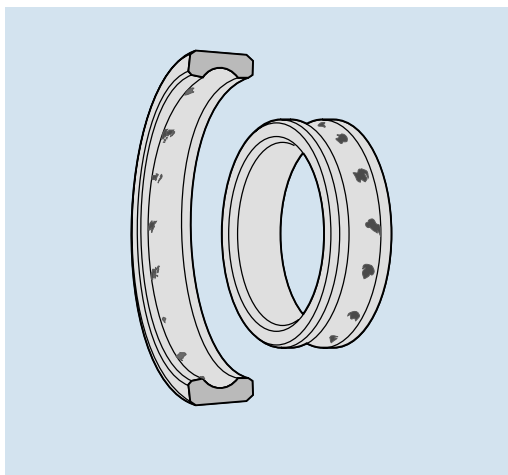
Origine del problema

Carico assiale anormale.

Rimedio

Verificare se la **Fa** è normale.

Caso n° 8



AE	Fisso rispetto all' AI
AI	Fisso rispetto all' AE
Fr	Nulla
Fa	Carico vibrante
α	Nulla

Come identificarlo?

Zone di contatto dei corpi rotanti con piste equidistanti e un passo corrispondente a quello delle sfere che occupa tutta la circonferenza degli **AE** e **AI**. Queste zone sono spostate lateralmente **AI**: verso la faccia sottoposta a carico **Fa**. **AE**: verso la faccia opposta al carico **Fa** (simmetrica alla traccia sull'**AI** rispetto al fondo gola).

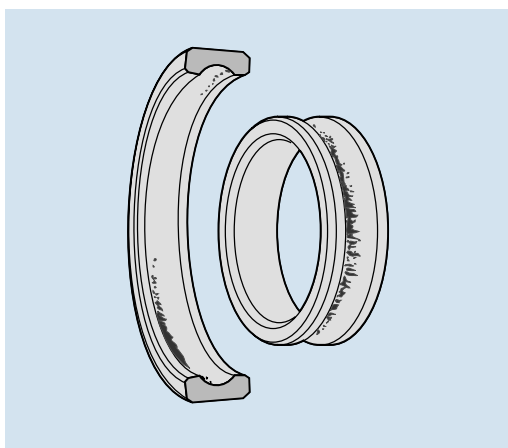
Origine del problema

Carico assiale vibrante.

Rimedio

Verificare se il carico vibratorio è normale. Utilizzare un lubrificante adatto.

Caso n° 9



AE	Fisso
AI	Rotante rispetto alla sede dell' AE
Fr	Fissa rispetto rispetto alla sede dell' AE
Fa	Nulla
α	Valore corrispondente all'annullamento del gioco

Come identificarlo?

La zona di lavoro sull'**AE** è inclinata rispetto all'asse della pista. 2 zone rotante diametralmente opposte - una sola zona se il gioco non è completamente annullato. Sull'**AI**, banda di rodaggio che occupa tutta la circonferenza, di larghezza corrispondente alla distanza tra i punti estremi delle sedi dell'**AE**.

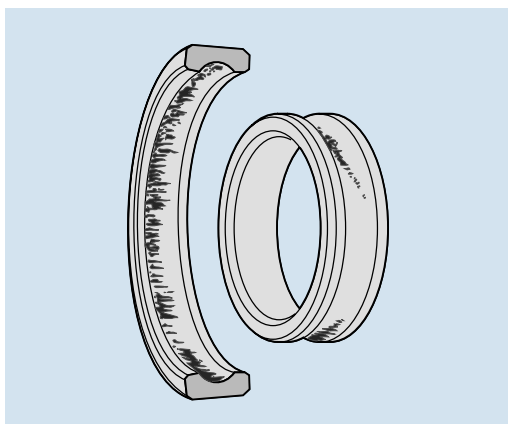
Origine del problema

Scorretto allineamento della sede dell'anello esterno rispetto all'albero.

Rimedio

Allineare l'alloggiamento. Verificare se gli spillamenti sono perpendicolari alle generatrici delle sedi.

Caso n° 10



AE	Rotante rispetto alla sede dell' AI
AI	Fisso
Fr	Fissa rispetto alla sede dell' AI
Fa	Nulla
α	Valore corrispondente all'annullamento del gioco

Come identificarlo?

AE larga pista di rodaggio che si estende su tutta la circonferenza se il gioco è annullato. **AI**, pista che forma un angolo con l'asse della pista del cuscinetto in due zone diametralmente opposte.

Origine del problema

Scorretto allineamento dell'alloggiamento e dell'albero.

Rimedio

Rivedere l'allineamento. Verificare la perpendicolarità dello spillamento dell'albero.

Europe

FRANCE - EUROPE

SNR Paris	40, rue Jean Bleuzen B.P. 49 92174 Vanves Cedex	Tél. 01 40 93 66 00 Fax. 01 40 93 66 10
SNR Logistique	9, avenue Léon Harmel 92160 Antony	Tél. 01 46 11 66 50 Fax. 01 46 11 66 66

SNR Bordeaux	1, rue du Golf - B.P. 173 33708 Merignac Cedex	Tél. 05 56 34 69 80 Fax. 05 56 34 69 81
---------------------	---	--

SNR Lyon Europe*	Le Florentin - 71, chemin du Moulin Carron - B.P. 8 69570 Dardilly	Tél. 04 78 66 68 00 Fax. 04 78 66 68 20
-------------------------	--	--

SNR Nancy Europe*	3, allée Forêt de la Reine Parc technologique Brabois 54500 Vandœuvre	Tél. 03 83 44 64 00 Fax. 03 83 44 02 31
--------------------------	---	--

DEUTSCHLAND

SNR WÄLZLAGER GMBH 40472 Düsseldorf	Wahlerstraße 6 40437 Düsseldorf Postfach 33 04 10	www.snr.de Tel. (0211) 6 58 06-0 Fax. (0211) 6 58 88 86
33719 Bielefeld	Friedrich-Hagemann-Str.66 33701 Bielefeld Postfach 17 01 45	Tel. (0521) 9 24 00-0 Fax. (0521) 9 24 00 90
70597 Stuttgart	Tränkestraße 7 70574 Stuttgart Postfach 70 04 16	Tel. (0711) 9 00 64-0 Fax. (0711) 9 00 64 99

ITALIA

SNR Italia Milano	Via Keplero, 5 20019 Settimo Milanese (MI)	Tel. (02) 33 55 21 Fax (02) 33 50 06 56
Bologna	Via E.Zago, 2/2 40128 Bologna	Tel. (051) 36 79 46 (051) 36 29 78 Fax (051) 36 85 38

ESPAÑA - PORTUGAL

SNR Rodamientos Ibérica S.A. Madrid	C/ Llanos de Jerez, 22 Polígono Industrial 28820 Coslada	Tél. 91 671 89 13 Fax. 91 673 65 48
---	--	--

*EUROPE (Subsidiaries excepted)
SNR Nancy - Europe : Benelux - Suisse - Autriche - U.K.
SNR Lyon - Europe : Other Countries Fax. 04 78 66 68 21

Amériques / Americas

USA

SNR Bearings USA Atlanta	4600 K Highlands Pkwy Smyrna, G.A. 30082	www.snrbearings.com Tel. (770) 435-2818 (800) 232-1717 Fax. (800) 742-5215
------------------------------------	---	--

AMERICA LATINA

SNR Argentina Buenos-Aires	Viamonte 1145 - Piso 11 1053 Buenos-Aires	Tel. (54) 11-4 372-1272 Fax. (54) 11-4 372-0088
--------------------------------------	--	--

SNR Intermondial (Overseas)

Anney	18, rue du Val-Vert 74600 Seynod France	Tel. (33) 4 50 65 96 00/01/02 Fax. (33) 4 50 65 96 15
--------------	---	--

MAROC

SNR Maroc Casablanca	73, Bd Moulay Slimane Ain Sebaâ CASABLANCA B.P 15873 CASA-PRINCIPAL	e-mail : info@snr.ma Tél. (212) 22 66 76 80 Fax. (212) 22 66 51 66
--------------------------------	---	--



Siège social : Rue des Usines - 74000 Anney - FRANCE

RCS Anney B 325821072 - Code NAF 291H

<http://www.snr.fr>