

your global specialist

## Il segreto di un funzionamento regolare.

Consigli e suggerimenti per la lubrificazione dei cuscinetti volventi



Lubrificanti per cuscinetti volventi di Klüber Lubrication	3
Criteri per la scelta dei grassi per cuscinetti	4
Determinazione della durata teorica $F_{10q}$ dei grassi speciali	10
Applicazione del grasso nei cuscinetti volventi	12
Grassi per alte temperature	14
Grassi per basse temperature	18
Grassi ad elevata purezza, ottimizzati sotto l'aspetto del rumore	20
Grassi e oli per alte velocità	22
Grassi speciali per applicazioni con carichi pesanti	24
Grassi speciali per ulteriori campi di applicazione	26
Grassi per l'industria alimentare	28
Elettroconduttività	30
Pulizia, protezione e montaggio dei cuscinetti volventi	32
Le paste di assemblaggio aiutano a prevenire la corrosione da sfregamento	34

# Lubrificanti per cuscinetti volventi di Klüber Lubrication

## Requisiti crescenti per il cuscinetto volvente ed il lubrificante

Nonostante la sua struttura semplice, un cuscinetto volvente è un elemento macchina piuttosto complesso. La maggior parte delle richieste delle capacità prestazionali dei cuscinetti volventi di oggi hanno un impatto anche sul lubrificante. Una maggiore durata del cuscinetto, velocità crescenti, temperature di esercizio più elevate e spazio limitato per i cuscinetti - ognuno di questi parametri ha ripercussioni sulla scelta di un lubrificante adatto.

## Lubrificanti - per il giusto risultato fin dall'inizio

I progettisti che sviluppano nuovi cuscinetti volventi trarranno grandi vantaggi se considereranno i lubrificanti dall'inizio. Non devono essere soddisfatti solo i requisiti prestazionali del cuscinetto, ma anche il lubrificante utilizzato deve corrispondere alle specifiche condizioni incontrate. La compatibilità con i materiali di tenuta, le possibili interazioni con i materiali ambientali e, non da ultimo, i requisiti di legge sui prodotti chimici sono tutti fattori da tenere in considerazione. Gli specialisti di Klüber Lubrication sanno che un cuscinetto volvente può essere valido solo quanto il lubrificante in esso contenuto. In collaborazione con i clienti, Klüber Lubrication sviluppa lubrificanti per cuscinetti volventi specificamente adattati all'applicazione individuale.

### Tribologia



La tribologia è la scienza che si occupa di attrito, usura e lubrificazione. Oggi è altamente interdisciplinare. Ingegneri meccanici, scienziati dei materiali, ma anche fisici e chimici stanno conducendo ricerche sui cosiddetti "tribo-sistemi", cioè sistemi in cui i corpi di attrito - normalmente due - più un lubrificante interagiscono in condizioni definite.

## Un piccolo investimento che può avere effetti di vasta portata

I nostri lubrificanti speciali possono fare molto per i vostri cuscinetti volventi: prolungarne la durata, migliorarne l'affidabilità, ridurre i livelli di rumorosità, consentire velocità di rotazione più elevate e renderli resistenti ad ambienti estremi. Il costo di un lubrificante speciale deve essere rapportato ai suoi grandi vantaggi. Si tratta, giudicato in modo corretto, di un piccolo investimento che può avere effetti di vasta portata.

## Il vostro esperto globale!

Noi siamo dove siete voi. I nostri specialisti sono a vostra disposizione, ovunque ne abbiate bisogno. Vi aiutiamo a scegliere il prodotto giusto o a sviluppare una soluzione su misura per le vostre esigenze. "Made by Klüber Lubrication" è sinonimo di un livello qualitativo elevato e costante in tutto il mondo. Vi offriamo prodotti che sono realizzati con lo stesso elevato standard di qualità, non importa se prodotti in Asia, in Europa o in America.

## Pensate oggi a domani!

L'utilizzo di un lubrificante ad alte prestazioni in tempi di crescente consapevolezza ambientale contribuisce ad aumentare l'efficienza, a risparmiare energia e a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>. La maggiore durata dell'olio che si può ottenere porta ad un minor consumo totale di lubrificante e quindi ad un minor smaltimento dell'olio usato. Vi è meno pressione sulle risorse naturali e si riducono sia i costi di manutenzione che quelli di smaltimento.

## Siamo al vostro fianco - sin dall'inizio

Con questa brochure desideriamo fornirvi preziose informazioni sulla lubrificazione dei cuscinetti volventi. Sappiamo che si tratta di un argomento complesso e per questo motivo vi offriamo una consulenza competente - sin dall'inizio.

# Criteri per la scelta dei grassi per cuscinetti

L'attenzione si concentra sempre più sui lubrificanti che sono ottimizzati per una specifica applicazione. La varietà di grassi lubrificanti disponibili è vastissima, il che rende sempre più difficile orientarsi.

Di seguito vi vengono forniti i criteri di selezione più importanti che vi aiuteranno a trovare il grasso giusto in pochi passi. Se avete domande, ma anche per applicazioni particolarmente complesse, componenti di sicurezza, requisiti di lunga durata o applicazioni soggette a condizioni particolari, contattate gli specialisti di Klüber Lubrication, che vi aiuteranno a sfruttare tutto il potenziale del vostro impianto scegliendo il lubrificante adatto.

Per una preselezione dei prodotti è necessario stabilire i seguenti parametri di base. Successivamente, la selezione dovrà essere ristretta con ulteriori parametri specifici per l'applicazione e confermata da prove sul campo.

## Consiglio:

Più sappiamo della vostra applicazione, meglio possiamo determinare quale lubrificante sia la scelta ottimale per voi. Possiamo mettervi a disposizione il nostro questionario "Cuscinetti volventi" per inserire tutti i dati rilevanti della vostra applicazione. Basta contattarci.



Note:

C = coefficiente di carico dinamico in N

P = carico dinamico equivalente in N



## Temperatura di esercizio

La lubrificazione dei cuscinetti volventi deve essere effettuata con la massima cura. La resistenza tra i componenti volventi e le piste in un cuscinetto volvente non è di natura puramente volvente. In pratica, tra i componenti volventi e le piste si verifica uno strisciamento parziale più o meno pronunciato, così come uno strisciamento tra la gabbia ed i componenti volventi, mescolando e spostando il lubrificante.

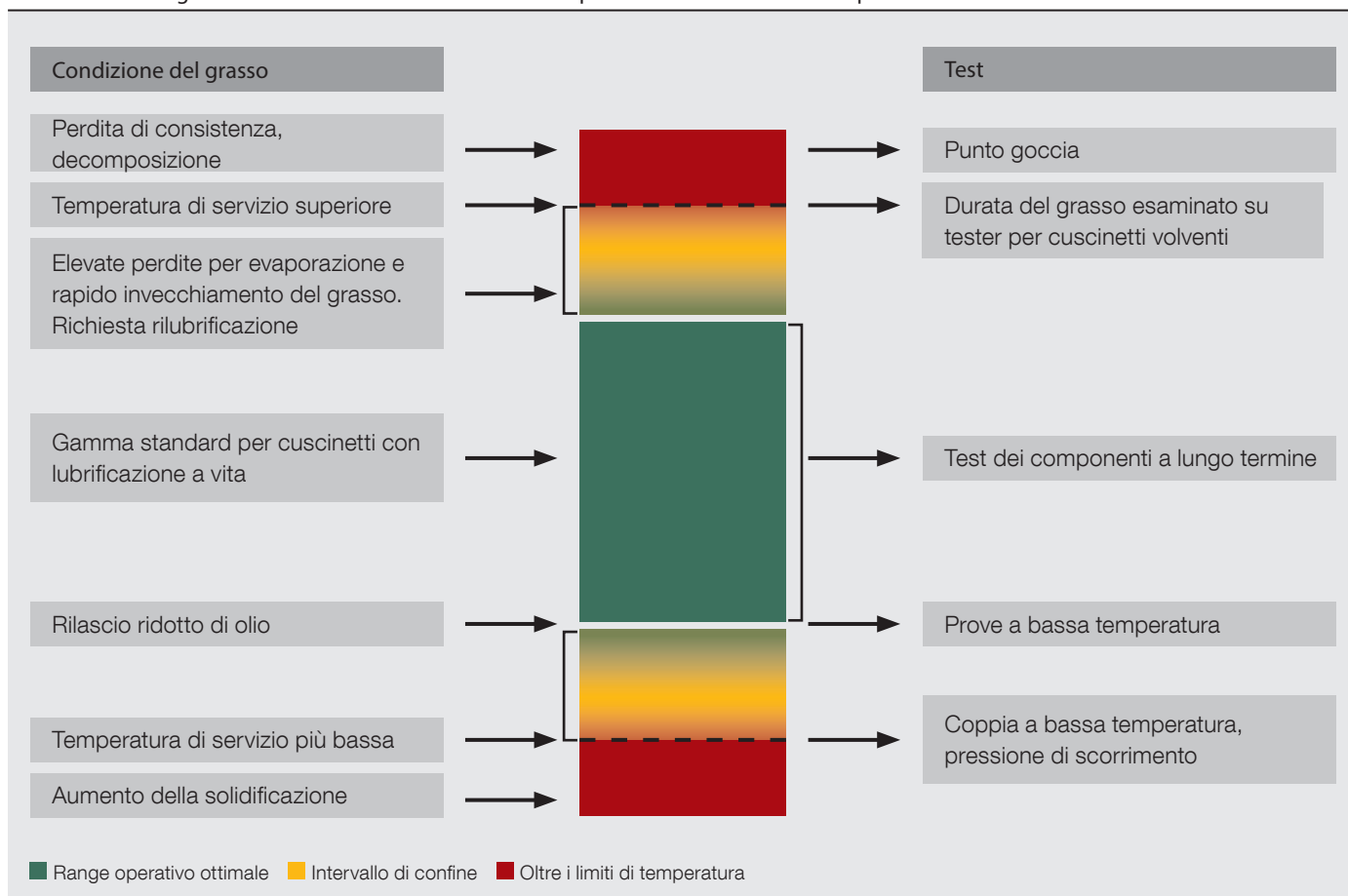
L'attrito interno generato riscalda normalmente il cuscinetto ad una temperatura di esercizio da 35 a 70 °C. Tuttavia, le temperature esterne possono influenzare il cuscinetto in modo tale che la sua temperatura sia molto più alta o più bassa. I requisiti che il singolo lubrificante deve soddisfare possono variare notevolmente. Un'industria automobilistica dovrà affrontare temperature da -40 °C a 160 °C o anche più elevate.

Nell'industria aeronautica, i requisiti vanno molto al di sotto di -40 °C, poiché i cuscinetti sono spesso esposti al freddo estremo ad alta quota. Quando le vernici vengono cotte, le temperature possono facilmente raggiungere i 200 °C. In alcune applicazioni le temperature possono essere ancora più estreme. Il campo di temperatura di servizio specifico di un grasso dovrebbe sempre superare con un ampio margine la temperatura di esercizio richiesta per un cuscinetto.

### Consiglio:

Per ottenere una durata soddisfacente del grasso, è necessario sceglierne uno la cui temperatura di servizio superiore sia notevolmente al di sopra delle temperature massime d'esercizio previste. Il seguente diagramma mostra i campi di temperatura da osservare in modo più dettagliato:

Condizioni del grasso associate a diversi intervalli di temperatura e relativi metodi di prova



## Determinare la viscosità minima dell'olio base

In un cuscinetto volvente rotante, il film di lubrificante è formato in gran parte dall'olio di base contenuto nel grasso. Anche l'ispessente e gli additivi svolgono un ruolo importante. Il loro contributo, tuttavia, può essere solo misurato, non calcolato, e quindi non può essere preso in considerazione per il calcolo standard della viscosità minima dell'olio base.

Fattori decisivi per la formazione del film di lubrificante tra i componenti volventi e le piste sono la velocità del cuscinetto e il diametro medio del cuscinetto  $d_m$ , nonché la viscosità dell'olio di base del lubrificante. Poiché la viscosità di un olio dipende dalla sua temperatura, anche questa deve essere presa in considerazione.

Le condizioni ottimali si instaurano quando la viscosità dell'olio di base è appena sufficiente a formare una pellicola di lubrificante portante e a separare le superfici metalliche. Questa è l'area tra l'attrito misto e quello fluido. In queste condizioni operative, il cuscinetto può raggiungere la sua durata massima nominale. Per una data velocità di rotazione del cuscinetto  $n$  e un diametro medio del cuscinetto  $d_m$ , questo stato viene raggiunto ad una cosiddetta "viscosità di riferimento"  $v_1$ .

Secondo la norma DIN ISO 281, può essere calcolato come segue:

$$v_1 = 45,000 \cdot n^{-0.83} \cdot d_m^{-0.5} \text{ per } n < 1,000 \text{ min}^{-1}$$
$$v_1 = 4,500 \cdot n^{-0.5} \cdot d_m^{-0.5} \text{ per } n > 1,000 \text{ min}^{-1}$$

con:

$n$  = velocità [ $\text{min}^{-1}$ ]

$d_m$  = diametro medio del cuscinetto [mm]

La viscosità in esercizio, cioè la viscosità effettiva dell'olio base alla temperatura di esercizio, può essere letta su i relativi diagrammi V/T o determinata con i metodi di calcolo appropriati.

Per valutare il film di lubrificante nel cuscinetto, la viscosità di esercizio alla temperatura di esercizio  $v$  viene impostata in proporzione alla viscosità di riferimento  $v_1$  per ottenere il valore non dimensionale  $\kappa$  (il kappa greco).

Calcolo del valore  $\kappa$  tenendo conto della densità  $[\rho]$  dell'olio base:

$$\kappa = \frac{v}{v_1} \left( \frac{\rho}{0.89 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \right)^{0.83}$$

Previsione dello stato di lubrificazione  $\kappa$

- $\kappa < 1$ : Attrito misto, additivi EP / AW o lubrificanti solidi richiesti
- $\kappa = 1$ : La separazione delle superfici metalliche si stabilizza; la durata nominale del cuscinetto [durata a fatica secondo DIN ISO 281] è raggiunta
- $\kappa = 2-4$ : Diminuzione dell'attrito misto; condizione desiderata con strato di lubrificante portante e basso attrito interno
- $\kappa > 4$ : Lubrificazione completa a strato fluido; non ci si devono aspettare danni da fatica, un ulteriore aumento porterà ad un maggiore attrito interno del lubrificante e al riscaldamento interno

Oltre al calcolo, la viscosità minima richiesta può essere determinata anche attraverso i seguenti diagrammi.

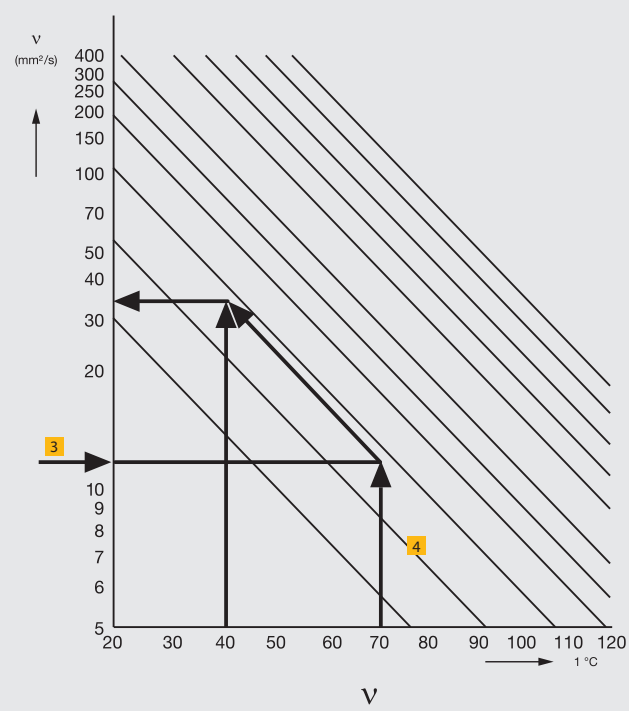
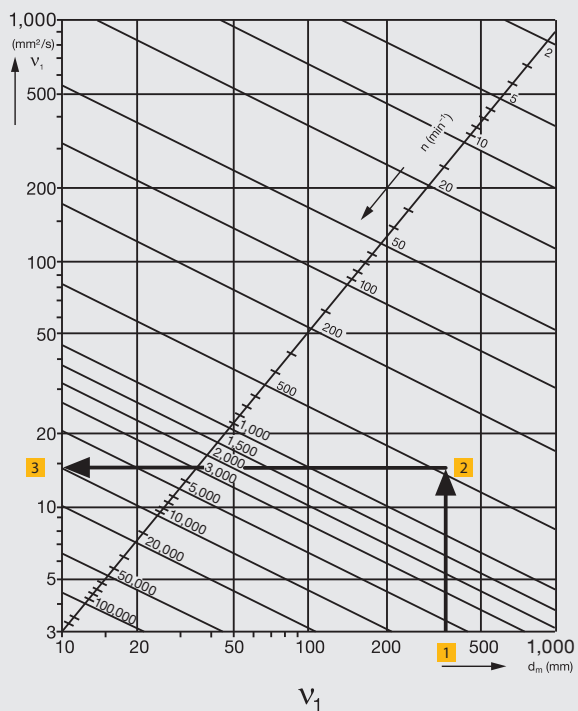
Partendo dal diametro medio del cuscinetto e dalla velocità, la viscosità di riferimento per  $\kappa = 1$  è determinata nel diagramma a sinistra. Questo valore viene poi inserito per la temperatura di esercizio nel diagramma a destra. Dal diagramma  $v$  si può leggere la viscosità minima richiesta dell'olio base del lubrificante a 40 e/o 100 °C. In genere ha senso scegliere un grasso con una viscosità dell'olio base più alta (fattore 2 - 4) rispetto a  $\kappa = 1$  per ottenere la formazione di un film di lubrificante affidabile.

### Consiglio:

Se  $\kappa > 4$  l'alto attrito interno nel lubrificante può portare ad una temperatura d'esercizio più elevata. Questo può comportare un invecchiamento prematuro del lubrificante.



### Rilevamento della viscosità dell'olio base per $\kappa = 1$



**Legenda**

Foro: 340 mm

Diametro esterno: 420 mm

**1** Diametro medio del cuscinetto: 380 mm

**2** Velocità: 500 min<sup>-1</sup>

**3** Viscosità base dell'olio alla temperatura di esercizio: 14 mm<sup>2</sup>/s

**4** Temperatura di esercizio: 70 °C

**1-4** indicano la serie di passaggi da effettuare per la determinazione della viscosità dell'olio base

**Consiglio:**

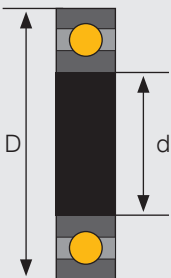
Le informazioni indicate (secondo il foglio di lavoro 3 della GfT) valgono per l'olio minerale.

## Fattore di velocità

### Fattore di velocità $n \cdot d_m$ per i cuscinetti volventi

Il fattore di velocità  $n \cdot d_m$  è determinato dalla velocità del cuscinetto in condizioni di funzionamento standard  $n$  (in  $\text{min}^{-1}$ ) moltiplicato per il diametro medio del cuscinetto  $d_m$  (in mm).

#### Calcolo del fattore di velocità



$d$  = diametro interno [mm]  
 $D$  = diametro esterno [mm]  
 $n$  = velocità [min<sup>-1</sup>]

$$\frac{D + d}{2} \cdot n$$

= fattore di velocità [ $n \cdot d_m$ ]

### Fattore di velocità $n \cdot d_m$ per i grassi

Il fattore di velocità di un grasso dipende in larga misura dal tipo e dalla viscosità dell'olio base, dall'addensante e dal tipo di cuscinetto volvente da lubrificare. Fattori importanti per la riuscita della lubrificazione ad alta velocità sono il rapido ritorno dell'olio al punto di attrito, il rilascio costante e definito dell'olio dall'addensante, nonché l'adesione dell'olio base e dell'addensante al materiale del componente. Non esistono ancora standard di prova generalmente accettati per la determinazione dei fattori di velocità massima ammissibile. Oltre alla nostra esperienza, utilizziamo specifici metodi di prova interni per specificare le gamme di fattori di velocità dei grassi.

Per i grassi per cuscinetti volventi Klüber Lubrication sono specificati i fattori di velocità massima per l'impiego nei cuscinetti radiali rigidi a sfere. Il fattore di velocità in un'applicazione dovrebbe essere sempre inferiore al fattore di velocità massima ammissibile. Se questo non dovesse essere il caso nella vostra applicazione, vi preghiamo di contattarci.

## Rapporto di carico C/P

Il rapporto tra il coefficiente di carico dinamico di base  $C$  in (N) di un cuscinetto e il suo effettivo carico dinamico equivalente  $P$  in (N) in condizioni operative standard permette di trarre conclu-

sioni sui requisiti che il grasso deve soddisfare. Per la scelta del grasso adatto si devono osservare i valori della seguente tabella.

C/P	Condizione di carico	Criteri di selezione del grasso
> 30	Carico molto basso	Massimo rapporto di carico ammissibile per i grassi al silicone.
20–30	Carico basso	Grassi dinamicamente leggeri.
8–20	Carico moderato	Grassi con additivi antiusura (AW).
4–8	Carico alto	Grasso con additivi appropriati per l'estrema pressione (EP) e AW. Con tali carichi ci si deve aspettare una riduzione della durata del grasso / della durata dei cuscinetti.
< 4	Carico molto alto	Grasso contenente additivi EP e lubrificanti solidi. Ci si deve aspettare una significativa riduzione della durata del grasso / della durata dei cuscinetti.

Fonte: Basato sul foglio di lavoro GfT n. 3

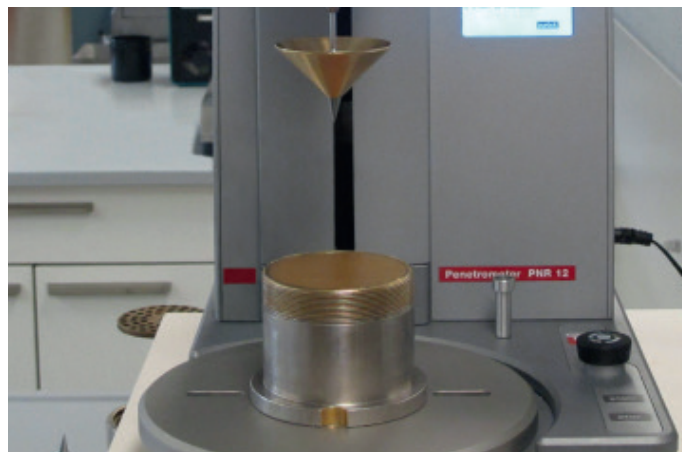




## Consistenza

La consistenza di un grasso è un altro criterio di selezione. Ciò che conta in questo contesto non è solo la funzione del grasso nel contatto volvente, ma anche se il grasso deve essere pompato attraverso le linee per l'applicazione con sistemi di dosaggio o sistemi di lubrificazione centralizzati. Se il grasso è troppo duro, il pompaggio può risultare ostacolato.

La consistenza di un grasso è determinata da una misurazione standardizzata. All'inizio, il grasso viene mescolato, applicando 60 doppi colpi. Successivamente si lascia che un cono standardizzato penetri nella superficie levigata del grasso con il suo stesso peso per un periodo di tempo definito. La profondità misurata, cioè la cosiddetta "penetrazione lavorata", viene indicata in unità di 0,1 mm. Per categorizzare i risultati sparsi ottenuti con questo metodo, i campi di consistenza dei grassi sono stati suddivisi nei cosiddetti gradi NLGI\*.



Misurazione della "penetrazione lavorata" secondo DIN ISO 2137

Grado NLGI	0	1	2	3	4
Penetrazione lavorata (1/10 mm)	385 ~ 355	340 ~ 310	295 ~ 265	250 ~ 220	205 ~ 175
Condizioni operative	per lubrificazione centralizzata, False Brinelling (usura da attrito da oscillazione)	per lubrificazione centralizzata, corrosione da sfregamento, basse temperature	per applicazioni generiche, cuscinetti a tenuta stagna	per alte temperature, applicazioni generiche, cuscinetti a tenuta stagna	per alte temperature, tenute a labirinto

## Ulteriori criteri di selezione

Le considerazioni finora esposte comprendono il campo di temperatura di esercizio, la viscosità minima richiesta dell'olio base, il fattore di velocità, la capacità di carico e la consistenza. Questo ci aiuta ad "abbozzare" un'idea del lubrificante richiesto. Per arrivare ad una descrizione più accurata di un lubrificante adatto e restringere la varietà di lubrificanti disponibili, è necessario prendere in considerazione ulteriori influenze specifiche per l'applicazione. Oltre al tipo di cuscinetto utilizzato, la cui percentuale specifica di attrito radente (lineare o contatto puntiforme) richiede una maggiore o minore separazione dell'olio, sono anche i fluidi ambientali, la compatibilità con materie plastiche o elastomeri, la posizione di montaggio del cuscinetto, l'anello esterno o interno rotante, le vibrazioni, le oscillazioni, gli intervalli di rilubrificazione previsti e la durata del grasso richiesto, ad avere un ruolo importante nella lubrificazione a grasso - in altre parole: un vasto ammontare di fattori.

Sono necessarie molta esperienza e una conoscenza dettagliata dei lubrificanti con le loro caratteristiche chimiche, fisiche e meccanico-dinamiche per trovare un lubrificante adatto ad applicazioni impegnative.

Questo è ciò che noi di Klüber Lubrication consideriamo come la nostra competenza principale. Collaboreremo con voi per discutere ogni applicazione in modo approfondito e compilare una specifica dettagliata dei requisiti per la singola applicazione. Questo si tradurrà poi in un concetto di lubrificazione che potrebbe portare allo sviluppo di un nuovo prodotto. Con i nostri esperti di sviluppo chimico e tribologia, siamo preparati in modo ottimale ad affrontare i vostri progetti futuri. Contattateci!

\* National Lubricating Grease Institute

# Determinazione della durata teorica $F_{10q}$ dei grassi speciali

Nella maggior parte dei casi, la durata di un cuscinetto è determinata dalla durata del grasso in esso contenuto. È quindi importante conoscere la vita utile teorica di un lubrificante nelle specifiche condizioni di esercizio.

Nel cuscinetto, i grassi sono soggetti ad un processo di invecchiamento il cui progresso e le cui caratteristiche dipendono da una varietà di fattori d'influenza. Il fattore più importante è la temperatura perché incide notevolmente sul grado di ossidazione, sull'attivazione e sulla degradazione degli additivi e sul tasso di evaporazione dell'olio base. Altri fattori importanti sono la quantità di grasso e la distribuzione di esso, la struttura del cuscinetto e le condizioni operative.

Di seguito vi illustriamo come viene calcolata la durata teorica del grasso. Il metodo si basa su un principio abbastanza semplice: su un banco prova per cuscinetti standardizzato / specificato (FE9 o R0F), il grasso viene testato alla temperatura di servizio superiore e in condizioni altrimenti costanti fino al cedimento del cuscinetto. I parametri di prova sono selezionati in modo che la rottura del grasso sia la causa principale del guasto del cuscinetto. Il tempo fino al guasto viene determinato in una valutazione Weibull e mostrato come valore  $F_{10}^1$ .

Si possono quindi utilizzare opportuni fattori di riduzione o di incremento per tenere conto delle specifiche condizioni di esercizio dell'applicazione e determinare su questa base la durata prevista  $F_{10}$ .

Una stima della durata del grasso può essere fatta seguendo questi passi:

## 1° passo: temperatura [ $F_{10}$ ]

È generalmente risaputo che la velocità con cui avviene una reazione chimica dipende dalla temperatura. Questo fatto è noto come la legge velocità-temperatura della reazione. Essa dice che per un aumento della temperatura nell'intervallo 10 - 20 Kelvin (K) circa, le velocità di reazione, e di conseguenza l'invecchiamento termico del grasso, raddoppieranno.

La regola dei 15 K utilizzata nel calcolo descritto di seguito è stata dedotta da questo principio.

La vita utile  $F_{10}$ , determinata per la temperatura di servizio superiore, viene applicata alla temperatura di esercizio in applicazione raddoppiando la durata prevista per ogni riduzione di temperatura di 15 K. Il limite inferiore a cui si applica il 15 K è di circa 60 - 70 °C.

I tempi di funzionamento per le temperature intermedie possono essere determinati con la seguente equazione:

$$t = t_0 \times 2^{\left(\frac{T_0 - T}{15}\right)}$$

con:

$t$  = tempo di esercizio sconosciuto [h]

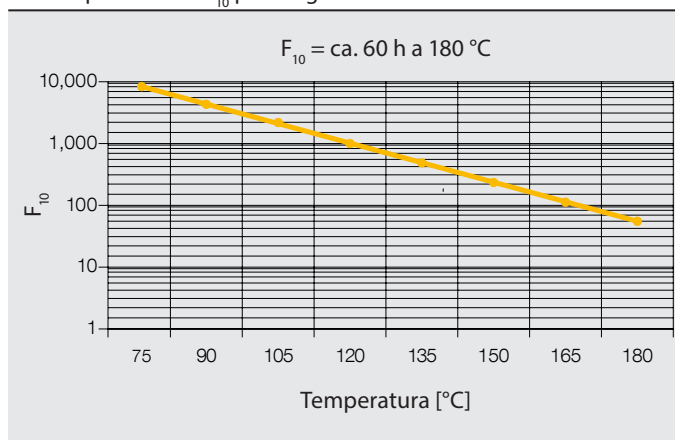
$t_0$  = tempo di funzionamento di prova alla temperatura di servizio superiore del grasso [h]

$T$  = temperatura per la quale il tempo di funzionamento deve essere determinato [°C]

$T_0$  = temperatura di prova [°C]

Il seguente diagramma mostra l'applicazione esemplare della regola dei 15 K. Per ogni riduzione di temperatura di 15 K la durata del grasso raddoppia. Il valore  $F_{10}$  di ca. 60 h misurato a 180 °C a 120 °C salirebbe teoricamente a ca. 1000 h.

Esempio: Grafico  $F_{10}$  per un grasso con FE9 runtime



<sup>1</sup> Per evitare confusione con la durata a fatica dei cuscinetti volventi (che normalmente viene indicata come "L10"), abbiamo deciso di utilizzare "F10" per la durata del grasso. Il valore F10 qualificato da ulteriori calcoli è indicato come F10q.



## 2° passo: fattore velocità [ $K_n$ ]

Il diametro medio  $d_m$  di un cuscinetto moltiplicato per la velocità  $n$  è il fattore velocità  $n \cdot d_m$  di un'applicazione. Il fattore velocità consente di confrontare due cuscinetti di dimensioni diverse in termini di velocità. Poiché un fattore velocità relativamente elevato ha un effetto negativo sulla durata del grasso, questa influenza può essere inclusa nel calcolo sotto forma di un corrispondente fattore  $K_n$ :

$$K_n = n \cdot d_m \text{ (banco di prova)} / n \cdot d_m \text{ (applicazione)}$$

con:

$n$  = velocità [min-1]

$d_m = (d + D)/2$  [mm]

$d$  = diametro interno del cuscinetto [mm]

$D$  = diametro esterno del cuscinetto [mm]

Grazie alla nostra esperienza sul campo, raccomandiamo di limitare il fattore  $K_n$  ad un minimo di 0,5 e ad un massimo di 4, per mantenere l'influenza di questo fattore entro un range realistico.

## 3° passo: tipologia del cuscinetto [ $K_B$ ]

Per definizione, in un cuscinetto volvente prevale l'attrito volvente. C'è sempre, tuttavia, una proporzione costante dell'attrito volvente, che varia a seconda della geometria del cuscinetto, del contatto punto a punto o lineare, dell'attrito tra i corpi volventi e la gabbia, o tra i corpi volventi e gli anelli del cuscinetto. Si può

generalmente presumere che una maggiore proporzione di attrito radente abbia un effetto negativo sulla durata del grasso, perché la sollecitazione nel grasso è più pronunciata. Per questo motivo, nel calcolo della durata teorica del grasso si deve tener conto anche del tipo di cuscinetto. La Società Tedesca di Tribologia (Gesellschaft für Tribologie, GfT) ha pubblicato nel suo foglio di lavoro n. 3 i fattori di riduzione  $K_f$  determinati empiricamente.

Per determinare il fattore  $K_B$  così da calcolare la durata teorica del grasso, il fattore  $K_f$  del cuscinetto di prova viene impostato in relazione al fattore  $K_f$  del cuscinetto in applicazione:

$$K_B = K_f \text{ (cuscinetto di prova)} / K_f \text{ (applicazione)}$$

Design del cuscinetto	$K_f$
Cuscinetto radiale rigido a sfere ad una corona	da 0,9 a 1,1
Cuscinetto radiale rigido a sfere a due corone	1,5
Cuscinetto a sfere a contatto obliquo ad una corona	1,6
Cuscinetto a sfere a contatto obliquo a due corone	2
Cuscinetto per mandrini $\alpha = 15^\circ$	0,75
Cuscinetto per mandrini $\alpha = 25^\circ$	0,9
Cuscinetto a quattro contatti	1,6
Cuscinetto radiale orientabile a sfere	da 1,3 a 1,6
Cuscinetto assiale a sfere	da 5 a 6
Cuscinetto assiale a sfere a contatto obliquo	1,4
Cuscinetto a rulli cilindrici a una corona	da 3 a 3,5
Cuscinetto a rulli cilindrici a una corona	3,5
Cuscinetto a rulli cilindrici a a pieno riempimento	25
Cuscinetto assiale a rulli cilindrici	90
Cuscinetto a rullini	3,5
Cuscinetto orientabile ad una corona di rulli	4
Cuscinetto a rulli cilindrici	10
Cuscinetto orientabile a rulli senza flangia "E"	da 7 a 9
Cuscinetto orientabile a rulli con flangia centrale	da 9 a 12

Fonte: GfT Worksheet n. 3

# Applicazione del grasso nei cuscinetti volventi

## 4° passo: fattori di correzione

I fattori di correzione possono aumentare l'accuratezza del calcolo. Questi fattori sono illustrati nella seguente panoramica.

Per effettuare il calcolo e determinare la durata teorica del grasso  $F_{10q}$ , i risultati degli stadi da 1 a 4 sono inseriti nella seguente formula:

$$F_{10q} = F_{10} \cdot K_n \cdot K_B \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_5 \cdot F_6 \text{ [h]}$$

Saremo lieti di eseguire il calcolo per la vostra applicazione utilizzando il nostro software di calcolo interno. Non esitate a contattare il vostro consulente Klüber Lubrication!

Fattori di correzione	Classificazione	Valore
Effetto della polvere e dell'umidità sulle superfici funzionali dei cuscinetti	moderato considerevole molto considerevole	$F_1 =$ da 0.7 a 0.9 $F_1 =$ da 0.4 a 0.7 $F_1 =$ da 0.1 a 0.4
Influenza di carichi d'urto, vibrazioni e oscillazioni	moderato considerevole molto considerevole	$F_1 =$ da 0.7 a 0.9 $F_1 =$ da 0.4 a 0.7 $F_1 =$ da 0.1 a 0.4
Effetto di carichi elevati	C/P = da 10 a 7 C/P = da 7 a 4 C/P = da 4 a 3	$F_3 =$ da 1.0 a 0.7 $F_3 =$ da 0.7 a 0.4 $F_3 =$ da 0.4 a 0.1
Effetto dell'aria che scorre attraverso il cuscinetto	flusso debole flusso forte	$F_4 =$ da 0.5 a 0.7 $F_4 =$ da 0.1 a 0.5
Anello esterno rotante	considerevole	$F_5 = 0.5$
Asse verticale	a seconda della guarnizione fornita	$F_6 =$ da 0.5 a 0.7

Per i fattori 1 - 6 che non hanno effetto, inserire 1.

Fonte: GfT Foglio di lavoro n. 3

## Invecchiamento termico del grasso in un cuscinetto



All'inizio della rotazione, il grasso viene distribuito all'interno del cuscinetto. A seconda del tipo e della quantità di grasso, gli spazi del deposito vengono riempiti e il grasso viene mescolato e trasportato attraverso il cuscinetto. Le forze di taglio e l'aumento della temperatura fanno sì che l'olio base trasudi dal grasso e bagni le superfici: si raggiunge la condizione di lubrificazione ottimale. Le sollecitazioni termiche e meccaniche attivano poi gli additivi, che si esauriscono gradualmente.

L'invecchiamento dell'addensante e dell'olio di base si completa. La decomposizione meccanica e chimica del grasso riduce nel tempo la sua capacità lubrificante; comincia la fase di carenza di lubrificazione. Man mano che il funzionamento continua, l'usura aumenta, il lubrificante si addensa, il che porta ad un maggiore attrito e ad un aumento della temperatura nel cuscinetto. L'aumento della temperatura accelererà a sua volta il processo di invecchiamento. Alla fine, il cuscinetto si romperà.



Circa il 90% di tutti i cuscinetti volventi sono lubrificati con grasso. La lubrificazione a grasso presenta molti meno problemi di tenuta rispetto alla lubrificazione ad olio e consente di realizzare macchine molto più semplici. Un ulteriore vantaggio dei grassi odierni è che le formulazioni ad alta velocità consentono fattori di velocità fino a 2 milioni - più del doppio di quanto era possibile in passato! Non c'è quindi da stupirsi che i grassi continuino a guadagnare terreno rispetto ai vari tipi di lubrificazione ad olio.

Con le varie applicazioni e gli ambienti di macchina dei cuscinetti volventi lubrificati a grasso, si distingue tra la lubrificazione a vita e i cuscinetti che richiedono una rilubrificazione (lubrificazione a perdita totale).

#### Cuscinetti volventi lubrificati a vita

A seconda del tipo di cuscinetto, delle dimensioni e dell'applicazione prevista, la lubrificazione iniziale presso l'OEM (Original Equipment Manufacturer) dei cuscinetti volventi può essere piuttosto costosa - specialmente per cuscinetti a bassa rumorosità, cuscinetti di alta precisione o cuscinetti per mandrini ad alta velocità. Gli OEM di cuscinetti volventi hanno sviluppato le loro specifiche tecniche di applicazione sulla base delle singole esperienze fatte. La tecnica scelta prevede normalmente un sistema di lubrificazione centrale che trasporta il grasso dal contenitore alla stazione di riempimento, da dove viene applicato al cuscinetto tramite ugelli (aghi). I grassi speciali di Klüber Lubrication consentono una lubrificazione minimale e tempi di rodaggio più brevi, mentre in alcuni casi si può fare a meno di una distribuzione del grasso.

#### Determinazione della quantità di riempimento del grasso

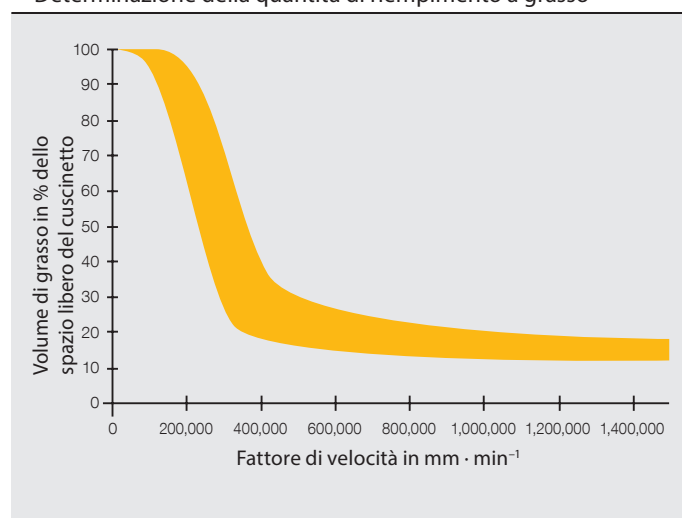
Nei cuscinetti schermati o sigillati, la sovralubrificazione può portare ad un eccessivo riscaldamento interno con effetti negativi sulla durata del cuscinetto stesso. È quindi importante determinare con precisione la quantità ottimale di grasso. Oltre al tipo di cuscinetto, alla sua struttura specifica e alle influenze dell'ambiente di applicazione o del supporto, i fattori di velocità giocano un ruolo importante in questo contesto.

Per velocità medie, il riempimento di grasso occupa normalmente il 25-35 % dello spazio libero del cuscinetto.

Di regola, il riempimento di grasso è più alto per un fattore di velocità inferiore e viceversa.

Il seguente diagramma mostra come la quantità di grasso e il fattore di velocità siano correlati tra loro.

#### Determinazione della quantità di riempimento a grasso



La zona gialla indica il volume di riempimento in relazione al fattore di velocità.

La determinazione delle quantità di rilubrificazione e degli intervalli di rilubrificazione per i cuscinetti lubrificati a perdita e la scelta del giusto metodo di rilubrificazione sono compiti molto complessi. Numerosi fattori, come la compatibilità e la miscibilità dei diversi tipi di lubrificanti, possono giocare un ruolo in questo contesto. Saremo lieti di supportarvi con informazioni adatte alla vostra situazione specifica. Non esitate a contattarci.

## Grassi per alte temperature

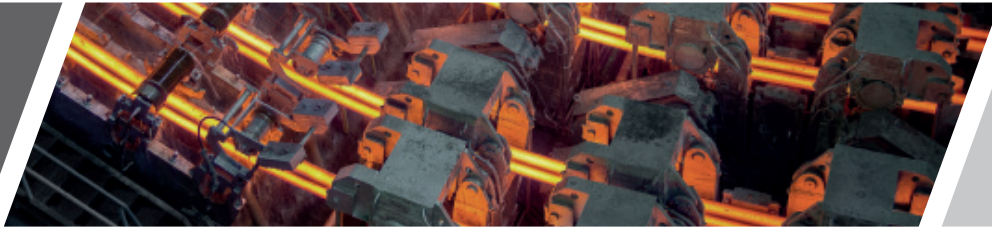
I grassi per alte temperature di Klüber Lubrication sono costituiti da oli base ad alte prestazioni termostabili, preferibilmente oli sintetici con addensanti sintetici o addensanti inorganici. Le temperature di servizio superiori che possono essere soddisfatte al massimo con i grassi per alte temperature di Klüber Lubrication sono attualmente circa 300 °C. Per la lubrificazione a vita, tuttavia, la temperatura di esercizio superiore deve essere molto più bassa per raggiungere i tempi di funzionamento desiderati.

**BARRIERA KM 192** è un grasso lubrificante a base di olio di base perfluoropolietere e un addensante PTFE. Da molti anni questo grasso si è dimostrato efficace per applicazioni ad alta temperatura fino a 260 °C. Prima di applicare questo tipo di grasso, i cuscinetti devono essere puliti a fondo perché qualsiasi contaminazione influenzerebbe in modo significativo l'adesione del grasso.

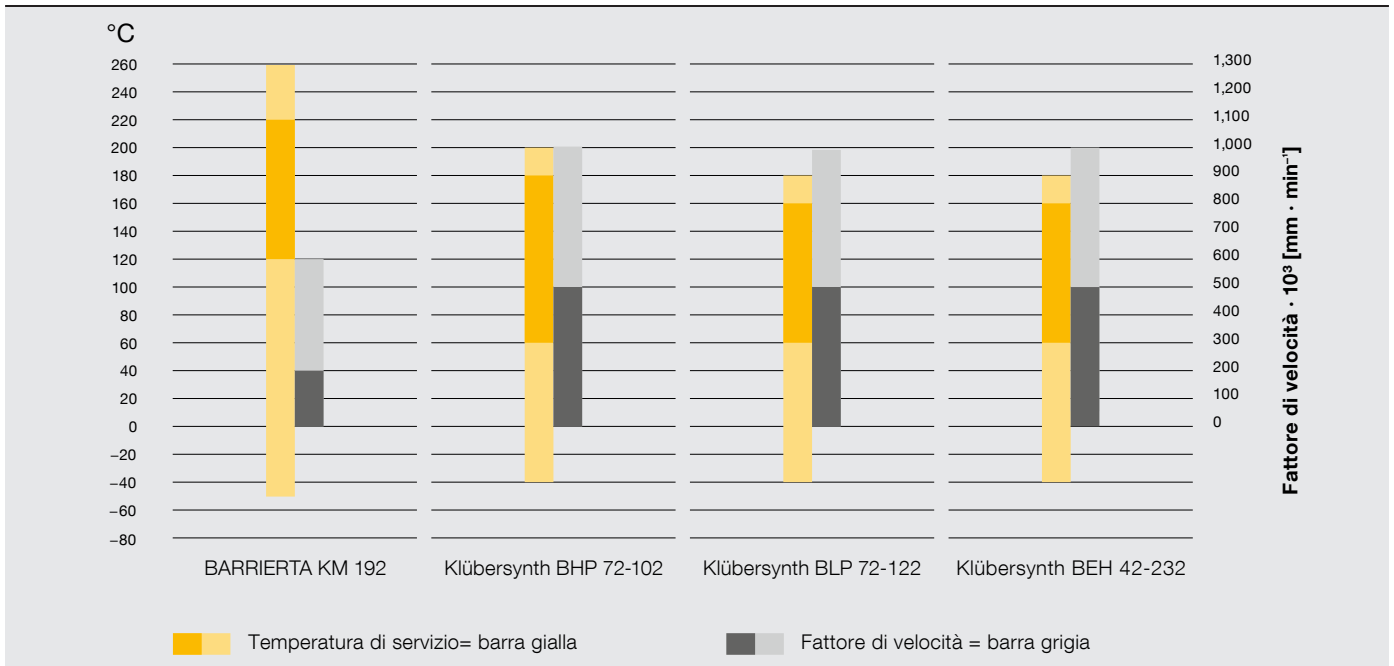
**Klübersynth BHP 72-102** è uno dei grassi di nuova generazione basati su una formulazione di grasso ibrido. Questi grassi coprono un'ampia gamma di temperature di servizio. Klübersynth BHP 72-102 è basato su olio estere e olio PFPE. Gli ispessenti impiegati sono la poliurea e il PTFE.

**Klübersynth BLP 72-122** è a base di un olio estere sintetico e di una speciale poliurea come ispessente. Tali grassi sono stati utilizzati con successo per molti anni nell'industria automobilistica sia per basse sia per alte temperature. Offrono una lunga durata del grasso per la lubrificazione a vita ad alte temperature di esercizio nei cuscinetti con anello esterno rotante. Questo grasso è stato progettato con particolare attenzione alla buona compatibilità con le guarnizioni in ACM.

**Klübersynth BEH 42-232** è un grasso innovativo per alte temperature con un addensante al litio. Resiste a temperature fino a 180 °C. Con il suo grasso Klübersynth BEH 42-232, Klüber Lubrication ha innalzato notevolmente il precedente limite di temperatura per i grassi per cuscinetti a rulli. Si tratta di una buona scelta per tutte le applicazioni in cui ci si aspetta che i cuscinetti a rulli offrano una lunga vita utile a temperature estreme e carichi elevati.

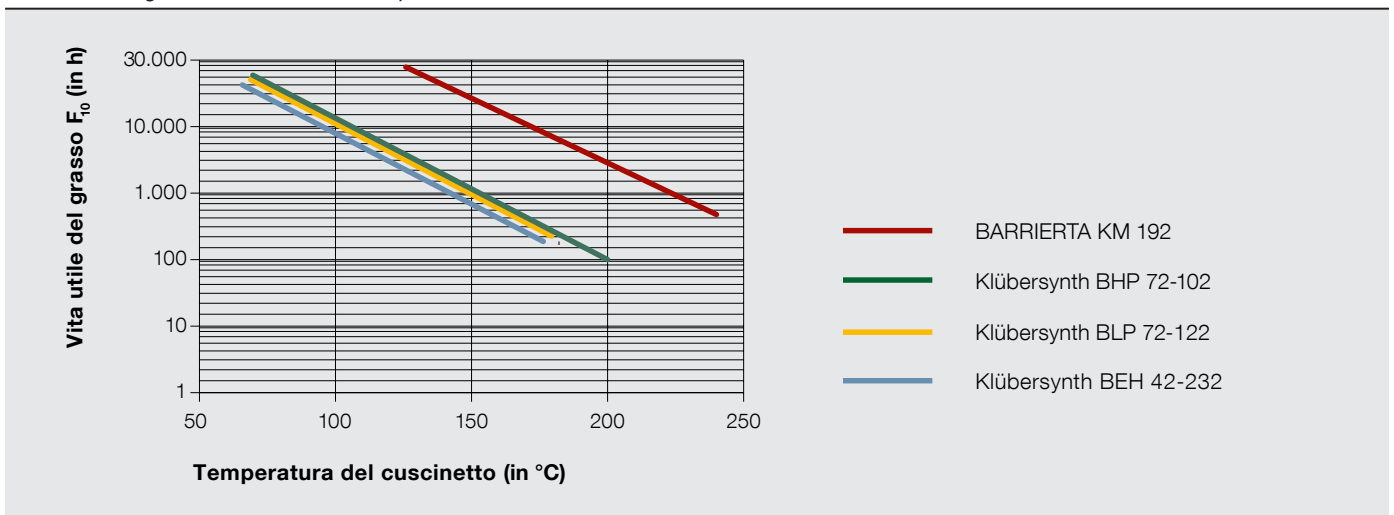


### Temperatura di servizio e fattore di velocità



L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

### Vita utile del grasso in funzione della temperatura



I risultati di vita utile del grasso > 30.000 h non sono più considerati in generale sufficientemente affidabili. I valori indicati si basano sui risultati dei test FE9 secondo la norma DIN 51821

## Grassi per alte temperature

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Fattore di velocità $n \cdot d_m$ [mm · min <sup>-1</sup> ] ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm]	Olio base	ispessente
260	-50	600,000	190	34	da 265 a 295	PFPE	PTFE
260	-40	300,000	420	40	da 265 a 295	PFPE	PTFE
200	-50	1,000,000	110	27	da 265 a 295	PFPE	PTFE
200	-40	1,000,000	130 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	da 240 a 270	PFPE, estere	PTFE, Poliurea
200	-40	500,000	400	40	da 280 a 310	Idrocarburo sintetico	Poliurea
180	-30	1,000,000	55	8,8	da 280 a 310	Olio estere	Poliurea
180	-40	1,000,000	80	11	da 250 a 280	Olio estere	Poliurea
180	-40	1,000,000	80	11	da 280 a 310	Olio estere	Poliurea
180	-40	1,000,000	130	17	da 280 a 310	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Poliurea
180	-40	600,000	100	22.5	da 265 a 295	Olio estere, olio etere	Sapone speciale al litio
180	-40	700,000	95	14	da 265 a 295	Olio estere	Poliurea

<sup>1)</sup> Viscosità dell'olio base determinata dal calcolo in quanto gli oli base non sono miscibili





Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
BARRIERTA KM 192	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampio intervallo di temperatura di servizio</li> <li>- Ottima protezione contro la corrosione</li> <li>- Lunga durata prevista in presenza di temperature di esercizio fortemente variabili</li> </ul>
BARRIERTA L 55/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso a lunga durata per cuscinetti volventi sotto sollecitazione termica</li> <li>- Ottima stabilità di funzionamento e protezione dalla corrosione</li> <li>- Approvato e raccomandato da numerosi produttori</li> <li>- Testato ed omologato come NSF H1 per l'uso nell'industria alimentare</li> </ul>
Klüberalfa BF 83-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per temperature e velocità elevate e permanenti</li> <li>- Fattori di velocità superiori a 1 milione di <math>\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}</math> sono stati raggiunti su banchi prova</li> </ul>
Klübersynth BHP 72-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulazione di grasso ibrido per la lubrificazione a lungo termine</li> <li>- Anche per l'uso in ambiente umido e corrosivo o con vibrazioni</li> </ul>
Klübersynth HB 74-401	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per la lubrificazione a lungo termine in un ampio intervallo di temperatura</li> <li>- Buona protezione contro l'usura e la corrosione</li> <li>- Preferibilmente per cuscinetti volventi e a strisciamento sotto carico elevato, ad es. nell'industria dell'acciaio, del cemento o della carta</li> </ul>
Klübersynth HB 72-52	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per la lubrificazione a lungo termine dei materiali EPDM</li> <li>- Per applicazioni come i cuscinetti dei motori elettrici in ABS nei veicoli</li> </ul>
Klübersynth BEP 72-82	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protezione superiore alla media contro la corrosione e l'usura</li> <li>- Per applicazioni in veicoli come pulegge, generatori, cuscinetti di rilascio della frizione, cuscinetti per ventole, motori per tergicristalli, sistemi Drive By Wire, ecc.</li> </ul>
Klübersynth BQP 72-82	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protezione superiore alla media contro la corrosione e l'usura</li> <li>- Per applicazioni automobilistiche e per motori elettrici dove il rumore è un problema</li> </ul>
Klübersynth BLP 72-122	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuscinetti volventi lubrificati a vita nei veicoli</li> <li>- Ausiliari del motore, ad es. cuscinetti a rulli tendicinghia</li> <li>- Ottima compatibilità ACM</li> </ul>
Klübersynth BEH 42-232	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per la lubrificazione di cuscinetti a rulli fortemente sollecitati</li> <li>- Per alte temperature permanenti su un'ampia gamma di velocità</li> <li>- Funziona a un'ampia gamma di temperature</li> </ul>
Klübersynth HB 72-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per una lubrificazione a lungo termine in un ampio intervallo di temperatura di servizio</li> <li>- Ottima protezione contro la corrosione</li> <li>- Esempi di applicazione includono i cuscinetti di rilascio della frizione nelle auto</li> </ul>

## Grassi per basse temperature

I grassi lubrificanti la cui consistenza non aumenta quasi mai a temperature inferiori allo zero sono considerati in grado di offrire una buona stabilità alle basse temperature. Gli oli base adatti per questi grassi sono, ad esempio, l'estere sintetico, il PFPE e le polialfaolefine - dimostrano un'ottima resistenza al freddo. Il criterio generale che definisce la stabilità alle basse temperature è la pressione di scorrimento secondo DIN 51805 o la misurazione della coppia a bassa temperatura secondo IP 186. La temperatura alla quale si raggiunge una pressione di scorrimento di 1.400 mbar è considerata il limite inferiore della temperatura di esercizio per i grassi per cuscinetti volventi.

Un grasso che mostra una buona stabilità alle basse temperature spesso funziona male nelle applicazioni ad alta temperatura. L'industria automobilistica in particolare richiede spesso temperature di -40 °C, mentre il punto di funzionamento di un'unità è ad esempio +100 °C.

Esempi di grassi con un intervallo di temperatura di servizio che va chiaramente al di sotto di -40 °C sono: ISOFLEX PDL 300 A, BARRIERTA KL 092, Klübersynth BR 46-32, Klübersynth BR 46-32 F.

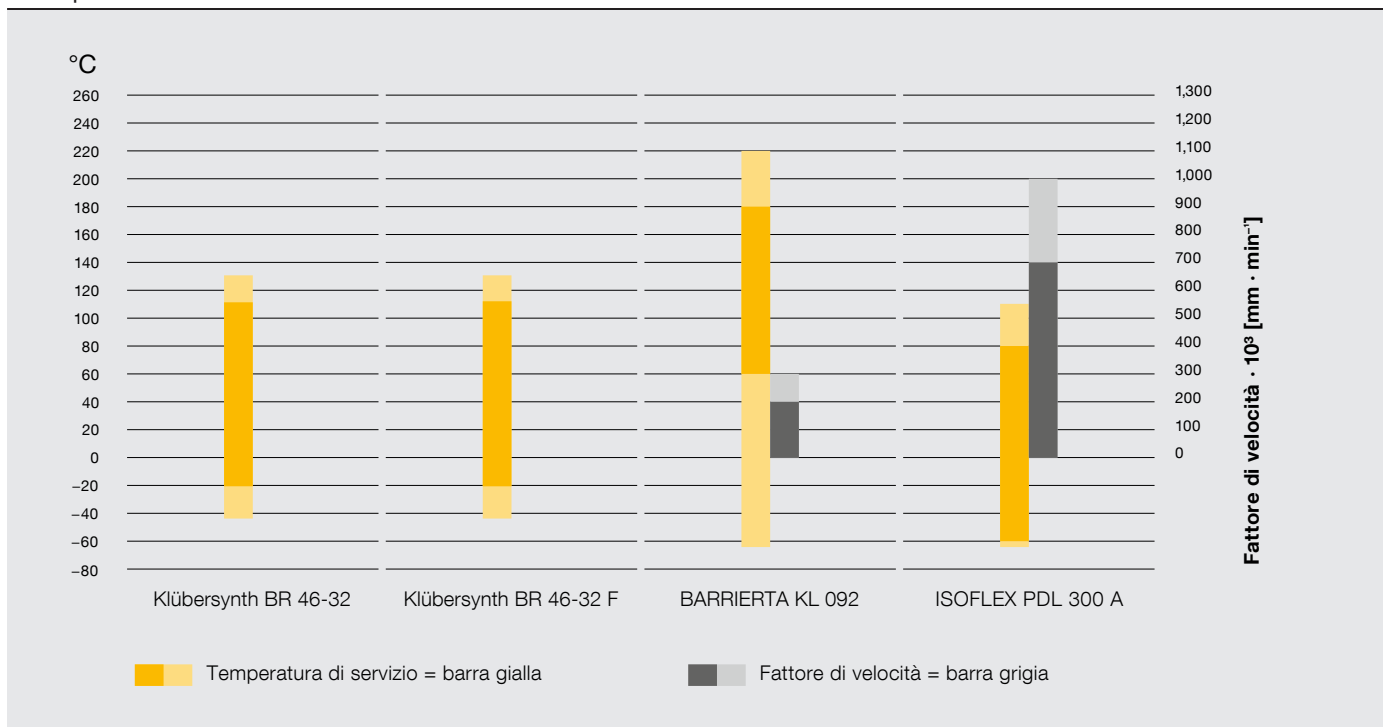
BARRIERTA KL 092 e ISOFLEX PDL 300 A sono grassi sviluppati con particolare attenzione alle applicazioni a bassa temperatura. I nostri esperti saranno lieti di fornire una consulenza per una stima della durata del grasso.

Klübersynth BR 46-32 e Klübersynth BR 46-32 F sono grassi sviluppati appositamente per viti a sfere e cuscinetti volventi, la differenza tra i due è il lubrificante solido speciale contenuto in Klübersynth BR 46-32 F. Il lubrificante solido aumenta la capacità di carico del grasso e allo stesso tempo riduce l'usura. Poiché entrambi i grassi sono compatibili con l'EPDM, entrambi i tipi sono utilizzati in varie applicazioni nei freni dei veicoli. Per l'impiego nei cuscinetti volventi, si consiglia di testare inizialmente la variante senza lubrificante solido. I fattori di velocità non sono indicati per questi tipi di grasso. L'idoneità deve essere testata prima dell'uso per l'applicazione in questione.

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Fattore di velocità $n \cdot d_m$ [mm · min <sup>-1</sup> ] ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Ispessente
180	-80	n/a	40	11	da 310 a 330	PFPE	PTFE
110	-70	1,000,000	9	2.6	da 280 a 320	Olio estere	Sapone al litio
220	-65	300,000	90	25	da 265 a 295	PFPE	PTFE
130	-45	n/a	29	6	da 265 a 295	Olio estere, PAG	Sapone al litio
130	-45	n/a	29	6	da 265 a 295	Olio estere, PAG	Sapone al litio, lubrificante solido



### Temperatura di servizio e fattore di velocità

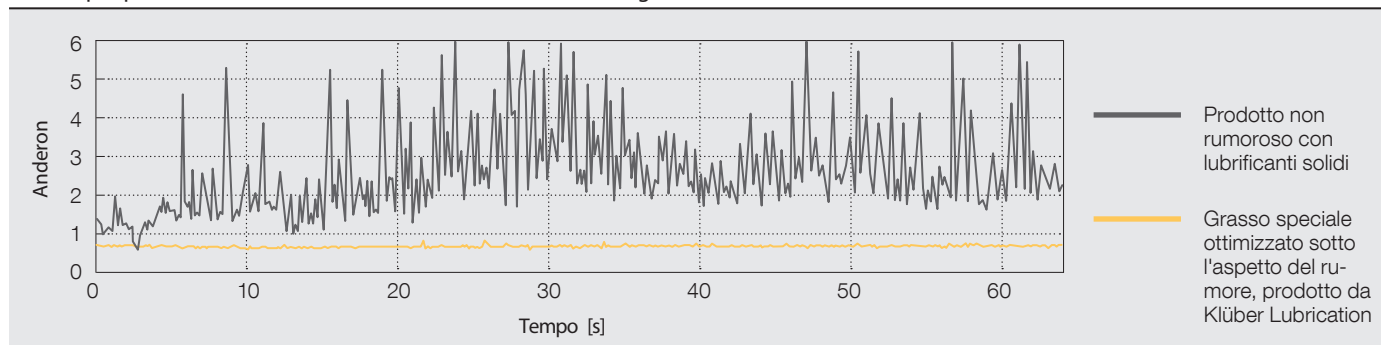


L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klübertemp LB 83-41	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per cuscinetti volventi in veicoli con coppia di attrito particolarmente bassa</li> <li>- Per applicazioni in un ampio intervallo di temperatura di esercizio</li> </ul>
ISOFLEX PDL 300 A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso ad alte prestazioni per cuscinetti volventi a basse temperature e/o basse coppie d'attrito</li> </ul>
BARRIERTA KL 092	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grassi per basse e alte temperature per basse coppie di rotazione a basse temperature con stabilità a lungo termine in presenza di elevate sollecitazioni termiche ed ambientali</li> </ul>
Klübersynth BR 46-32	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso speciale per applicazioni nei cuscinetti volventi lubrificati a vita e nelle viti a ricircolo di sfere, soprattutto nei veicoli con particolare attenzione agli attuatori della frizione e dei freni o requisiti simili</li> <li>- Progettato per basse coppie di avviamento a basse temperature e buona compatibilità con l'EPDM</li> </ul>
Klübersynth BR 46-32 F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso speciale per applicazioni in cuscinetti volventi e viti a sfere lubrificati a vita, principalmente nei veicoli a motore con particolare attenzione agli attuatori per frizioni e freni e requisiti simili</li> <li>- Grazie allo speciale componente di lubrificante solido contenuto, questo grasso offre una migliore protezione contro l'usura rispetto al Klübersynth BR 46-32 e una maggiore capacità di carico</li> <li>- Progettato per basse coppie di avviamento a basse temperature combinate con una buona compatibilità con l'EPDM</li> </ul>

# Grassi ad elevata purezza, ottimizzati sotto l'aspetto del rumore

Esempio per l'illustrazione: misura anderometrica del suono generato da solidi



La specificità del rumore dei grassi è determinata dalla misurazione del suono solido nei cuscinetti volventi

Tali grassi vengono utilizzati per ridurre il rumore di funzionamento di un cuscinetto. I requisiti di rumorosità sono particolarmente severi per le applicazioni nell'elettronica di consumo o nelle apparecchiature informatiche. Anche l'industria automobilistica ha aspettative sempre più elevate sul comportamento del rumore di numerosi componenti. Anche i grassi a bassa rumorosità sono caratterizzati da un elevato grado di purezza, che a sua volta ha un forte effetto positivo sulla durata dei cuscinetti.

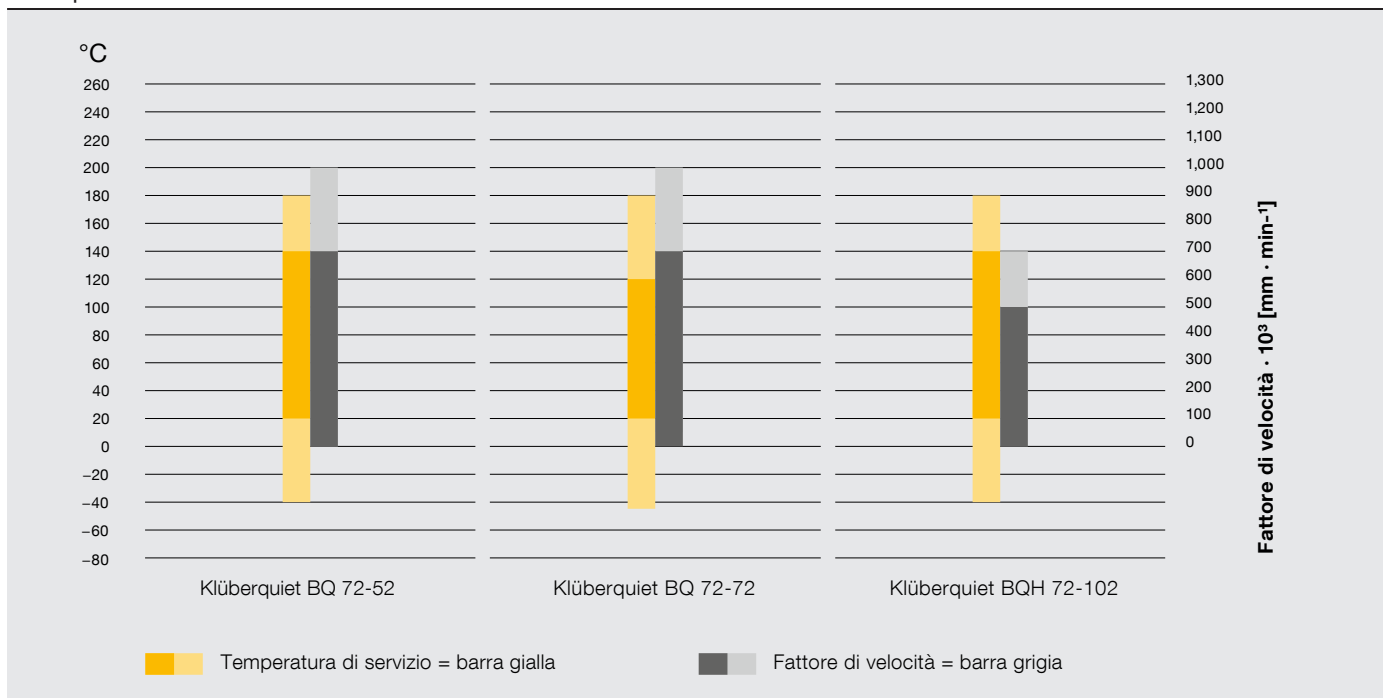
## Fattori che influenzano la generazione di rumore nei cuscinetti volventi

Il comportamento del rumore di un cuscinetto volvente è influenzato dal lubrificante, oltre che dalle caratteristiche specifiche dell'applicazione e dalla struttura del cuscinetto. Fattori tipici di un lubrificante che hanno influenza sono l'addensante, gli additivi, la quantità di grasso e la distribuzione del grasso. Per quanto riguarda il cuscinetto volvente, la rugosità superficiale, il tipo e il materiale della gabbia, la geometria del cuscinetto ed altre caratteristiche giocano un ruolo importante.

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Fattore di velocità $n \cdot d_m$ [mm · min <sup>-1</sup> ] ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Ispezzente
180	-40	700,000	100	11	da 250 a 280	Olio estere	Poliurea
180	-45	1,000,000	72	9.5	da 250 a 280	Olio esterel	Poliurea
180	-40	1,000,000	55	9	da 240 a 270	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Poliurea
160	-40	2,000,000	70	10	da 220 a 250	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Poliurea
140	-50	1,000,000	25	5	da 265 a 295	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Sapone al litio



### Temperatura di servizio e fattore di velocità



L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klüberquiet BQH 72-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per la lubrificazione a lungo termine e a vita ad alte temperature</li> <li>Per cuscinetti volventi schermati e sigillati su entrambi i lati</li> <li>Esempi di applicazione sono i motori elettrici, le ventole dei radiatori dei veicoli, ecc.</li> </ul>
Klüberquiet BQ 72-72	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per la lubrificazione a lungo termine e a vita a basse e alte temperature</li> <li>Per cuscinetti volventi con bassa coppia d'attrito che sono schermati e sigillati su entrambi i lati</li> <li>Esempi di applicazione sono motori elettrici, ventilatori, unità CA, hard disk</li> </ul>
Klüberquiet BQ 72-52	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per la lubrificazione a lungo termine e a vita ad alte temperature</li> <li>Risparmio energetico grazie alle basse coppie di avviamento e di marcia</li> <li>Per motori elettrici a bassa rumorosità, cuscinetti per veicoli e ventilatori industriali, nonché per applicazioni con requisiti di alta velocità</li> </ul>
Klüberquiet BQ 74-73 N	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per la lubrificazione a lungo termine e a vita</li> <li>Per velocità elevate, cuscinetti montati verticalmente e/o anello esterno rotante</li> </ul>
ASONIC GLY 32	<ul style="list-style-type: none"> <li>Per la lubrificazione a lungo termine e a vita</li> <li>Bassa coppia di avviamento e di marcia</li> <li>Per basse temperature</li> </ul>

## Grassi e oli per alte velocità

Attualmente esistono grassi per alte velocità che possono gestire velocità normalmente possibili solo con gli oli. La loro consistenza è come quella dei comuni grassi per cuscinetti volventi, ad esempio NLGI 2 o 3. Da anni i grassi per alta velocità vengono utilizzati con grande successo in un campo di fattori di velocità fino a 1 milione di  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Ormai anche i fattori di velocità superiori a 2 milioni di  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$  sono ottenibili con la lubrificazione a grasso.

Prodotti collaudati e testati come ISOFLEX LDS 18 SPECIAL A e i lubrificanti avanzati Klüberspeed definiscono da molti anni gli standard di durata ed affidabilità nelle applicazioni ad alta velocità. I fattori di velocità raggiunti con Klüberspeed BF 72-22 sono di 2 milioni di  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ , e fino a 2,3 milioni di  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$  per Klüberspeed BFP 42-32.

Negli ultimi anni, Klüber Lubrication ha incluso nel suo portfolio una nuova generazione di oli per cuscinetti per mandrini completamente sintetici. Gli oli Klübersynth FB 4-32, 4-46 e 4-68 sono stati sottoposti ad un filtraggio estremamente fine e corrispondono alla classe di purezza 15/13/10 secondo la norma ISO 4406. Test completi confermano le elevate capacità prestazionali di questa serie di prodotti e ne confermano

l'impiego fino ad un fattore di velocità elevato di 2,5 milioni di  $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ .

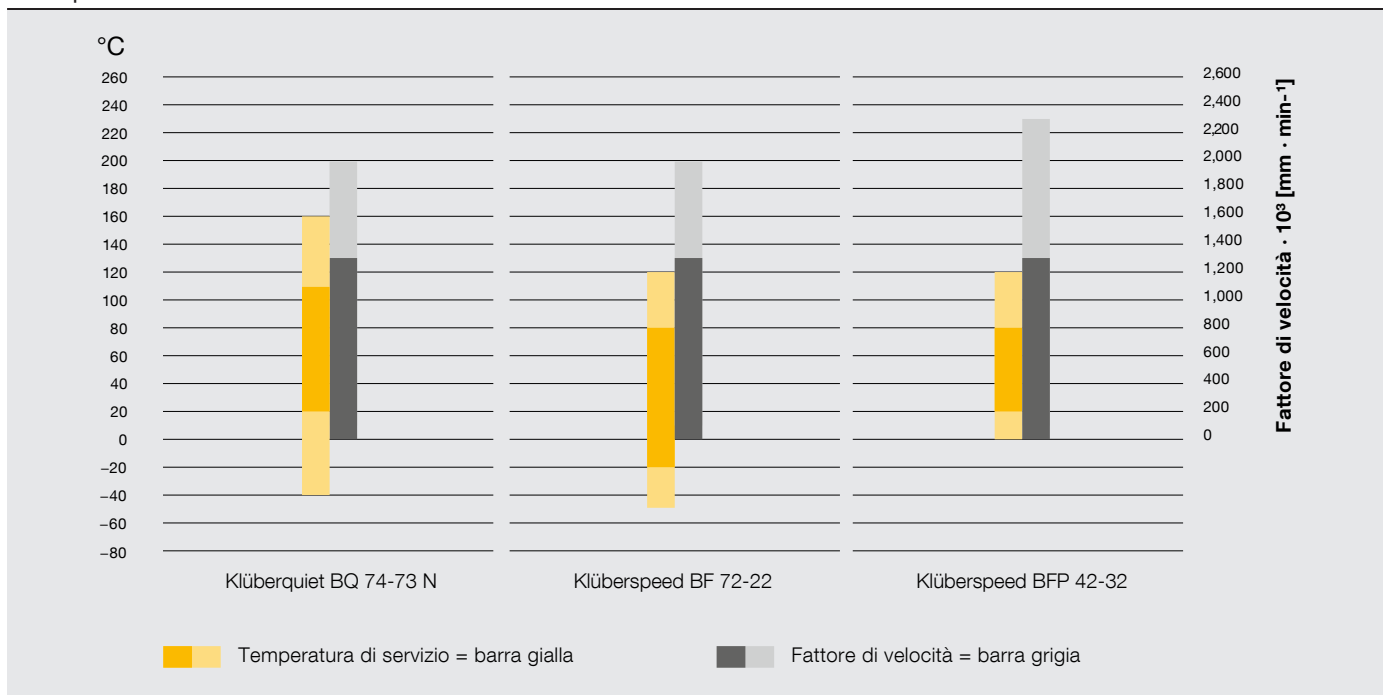
Nelle applicazioni con velocità elevate, cioè fattori di velocità di  $\text{mm} \cdot \text{dm}^{-1}$  1 milione o superiori, la durata del grasso è determinata principalmente dalle elevate velocità periferiche e dalle forze che ne derivano.

Per i grassi per alte velocità, l'attenzione è sempre rivolta alla massima velocità raggiungibile. Per questi prodotti non è quindi possibile indicare la "durata del grasso in funzione della temperatura". Per ottenere una stima della durata del grasso nella vostra applicazione, contattate i nostri esperti di consulenza tecnica.

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Fattore di velocità $n \cdot d_m$ [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ] ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Spessente
140	-30	2,500,000	68	9.6	n/a	Idrocarburo sintetico	Nessuno (il prodotto è un olio)
120	0	2,300,000	30	6	da 250 a 280	Olio estere	Sapone al litio
120	-50	2,100,000	22	5	da 220 a 250	Idrocarburo sintetico, olio estere	Poliurea
120	-50	2,000,000	22	5	da 250 a 280	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Poliurea
160	-40	2,000,000	60	9,5	da 220 a 250	Idrocarburo sintetico, olio estere	Poliurea
130	-40	1,600,000	21	4.5	da 265 a 295	Olio estere, Idrocarburo sintetico	Sapone complesso di bario



### Temperatura di servizio e fattore di velocità



L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klübersynth FB 4-68	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Olio per mandrini di macchine utensili di natura sintetica finemente filtrato per cuscinetti ad alta velocità</li> <li>– Classe di purezza 15/13/10 secondo ISO 4406</li> <li>– Per lubrificazione aria-olio dei cuscinetti volventi delle macchine utensili che funzionano a velocità molto elevate</li> <li>– Disponibile anche con altre viscosità dell'olio base: 32 mm²/s e 46 mm²/s (40 °C)</li> </ul>
Klüberspeed BFP 42-32	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti ibridi a sfere a contatto obliquo e a rulli cilindrici</li> <li>– Per posizioni di montaggio orizzontali, obliqui o verticali</li> <li>– Per fattori di velocità molto elevate</li> </ul>
Klüberspeed BF 72-23	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti per mandrini ad alta velocità</li> <li>– Soprattutto per gli alberi obliqui e verticali, ma anche per gli alberi orizzontali nelle macchine utensili</li> <li>– Buona protezione contro la corrosione e buona resistenza all'acqua</li> </ul>
Klüberspeed BF 72-22	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti per mandrini ad alta velocità nelle macchine utensili</li> <li>– Preferibile per assi orizzontali</li> <li>– Buona protezione contro la corrosione e buona resistenza all'acqua</li> </ul>
Klüberquiet BQ 74-73 N	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per velocità elevate, cuscinetti montati verticalmente e/o anello esterno rotante</li> <li>– Per la lubrificazione a vita ad alte temperature</li> </ul>
ISOFLEX NBU 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Il grasso per cuscinetti di mandrini per macchine utensili</li> <li>– Dimostratosi efficace sulla base di una lunga e ampia esperienza</li> </ul>

# Grassi speciali per applicazioni con carichi pesanti

Questi grassi sono soggetti a particolari requisiti per quanto riguarda la capacità di carico. Questa capacità è importante specialmente quando i componenti operano sotto l'attrito limite o misto per evitare danni dovuti alla fatica o all'usura. Per fornire la capacità richiesta, vengono utilizzati additivi speciali EP (pressione estrema) e AW (antiusura).

Oltre a ciò, alcuni ispessenti ed oli di base - a seconda della loro viscosità - hanno un effetto positivo sulla capacità di carico.

Per i cuscinetti volventi con un rapporto di carico C/P < 10, l'uso di grassi per pressioni estreme è raccomandato.

## Grassi per carichi pesanti

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Ispessente
160	-35	2,400	145	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico	Sapone speciale al litio
140	-20	540	32	da 265 a 295	Olio minerale	Sapone al litio
140	-30	130	15	da 265 a 295	Idrocarburo sintetico, olio minerale	Sapone speciale al litio, lubrificante solido

## Grasso per cuscinetti volventi fortemente sollecitati in ambienti umidi

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Ispessente
140	-10	500	31	da 245 a 275	Olio minerale	Sapone speciale di calcio
160	-40	400	40	da 290 a 320	Idrocarburo sintetico	Sapone speciale di calcio
140	-15	220	19	da 245 a 275	Olio minerale	Sapone speciale di calcio
130	-20	220	19	da 285 a 315	Olio minerale	Sapone complesso di bario





Le capacità prestazionali dei grassi per carichi pesanti, come vengono utilizzati, ad esempio, nell'industria del cemento, possono essere verificate su banchi di prova idonei come il FAG FE8.

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klübersynth BE 44-2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grasso semisintetico per impieghi pesanti senza lubrificanti solidi neri per condizioni operative estreme</li> <li>– Per cuscinetti volventi con contatto lineare, ampio intervallo di temperatura e velocità di rotazione da bassa a media</li> <li>– Buona pompabilità e bassa coppia di avviamento anche a temperature ambiente molto basse</li> </ul>
Klüberlub BE 41-542	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per velocità da bassa a media</li> </ul>
Klüberlub BEM 41-122	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per nodi sferici, cuscinetti a strisciamento e volventi con elevata pressione superficiale e/o movimenti oscillanti</li> <li>– Riduce l'usura attraverso la formazione di strati tribologici</li> </ul>

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klüberplex BE 31-502	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti a sfere fortemente sollecitati in ambienti umidi</li> <li>– A bassa velocità</li> </ul>
Klübersynth HBE 94-401	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grasso speciale sintetico per la lubrificazione a lungo termine e a vita in applicazioni soggette a carichi e temperature elevati</li> <li>– Eccellente protezione contro l'usura e la corrosione, oltre ad un'ottima resistenza all'acqua</li> </ul>
Klüberplex BE 31-222	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti a sfere fortemente sollecitati in ambienti umidi</li> <li>– A velocità media</li> </ul>
STABURAGS NBU 12/300 KP	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grasso a lunga durata per cuscinetti a strisciamento e volventi</li> <li>– Resistente all'acqua calda</li> <li>– Buona capacità di assorbimento della pressione</li> </ul>

# Grassi speciali per ulteriori campi di applicazione

## Grassi lubrificanti per movimenti oscillanti

Il movimento oscillare provoca una sollecitazione estrema sui cuscinetti volventi. Il funzionamento costante di avvio/arresto impedisce lo sviluppo di uno strato di separazione stabile tra i componenti di attrito, portando a quello che viene definito attrito limite. Il rischio di usura aumenta e la durata del cuscinetto volvente può diminuire di conseguenza.

Nei cuscinetti volventi oscillanti montati su un asse orizzontale, l'effetto della gravità attira il lubrificante gradualmente verso il basso. Se l'ampiezza dell'oscillazione è piccola, la parte superiore del corpo volvente potrebbe non essere sufficientemente ricoperta di lubrificante. Inoltre, la quantità di lubrificante fresco che entra nello spazio tra i componenti in attrito è molto pic-

cola, il che può portare alla carenza di lubrificante nel contatto volvente. In questi casi si dovrebbero utilizzare lubrificanti con un comportamento di riflusso particolarmente buono e additivi speciali.

Se le ampiezze di oscillazione sono costantemente molto piccole, il corpo volvente non può ruotare per ridistribuire il lubrificante. L'effetto risultante può essere il danneggiamento del cuscinetto con segni di brinellatura a forma di sfera o di rullo che si verificano sugli anelli del cuscinetto caricati. Questo effetto è indicato come effetto di falsa brinellatura (False Brinelling).

Lo stesso effetto si osserva anche quando si verifica un movimento lineare (corsa breve), ad es. nelle guide lineari con viti a ricircolo di sfere, boccole a sfere o viti a ricircolo di sfere.

## Grassi lubrificanti per movimenti oscillatori

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Spessente
150	-40	130	14	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico, olio minerale	Sapone speciale al litio
150	-35	134	16	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico, olio minerale	Sapone speciale di calcio
140	-40	300	31	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico	Sapone complesso di calcio

## Grassi lubrificanti per cuscinetti a rulli

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Spessente
180	-40	380	n/a	da 230 a 260	Idrocarburo sintetico	Sapone speciale al litio
150	-40	120	14	da 265 a 295	Idrocarburo sintetico, olio minerale	Sapone speciale al litio
140	-40	47	8	da 275 a 305	Idrocarburo sintetico	Sapone speciale al litio



Un lubrificante speciale per il movimento oscillatorio può fornire una protezione contro l'usura e la rottura dei componenti. A livello meccanico, questo può essere raggiunto con combinazioni di lubrificanti solidi. Inoltre, speciali additivi possono formare strati di reazione protettivi sulle superfici metalliche.

Le rotture nello strato di separazione portano rapidamente al malfunzionamento. È quindi essenziale discutere le condizioni di esercizio nel modo più preciso possibile per determinare il lubrificante giusto e il metodo di lubrificazione ideale per il design del cuscinetto in ogni tipo di applicazione.

## Grassi lubrificanti per cuscinetti a rulli

I cuscinetti a rulli rappresentano una sfida particolare per la lubrificazione a causa delle loro caratteristiche tribologiche, poiché spesso operano in condizioni estreme come l'alta pressione a basse velocità di rotazione.

I lubrificanti per queste condizioni devono avere caratteristiche speciali per far fronte all'attrito volvente nella zona di contatto lineare tra il rullo e la pista e, in alcuni cuscinetti a rulli cilindrici e conici, all'attrito radente sulla flangia. Da un lato, è richiesta un'elevata resistenza alla pressione, che può essere raggiunta con una maggiore viscosità dell'olio base e/o additivi speciali. Dall'altro lato, deve essere garantito un sufficiente rilascio di olio nell'area di scorrimento tra la superficie del rullo e la flangia.

Gli oli base sintetici combinati con speciali ispessenti a base di sapone come i saponi al litio, al complesso di litio, al complesso di calcio o al complesso di bario hanno dimostrato la loro efficacia nella pratica. I grassi con sapone a base di bario complesso sono particolarmente resistenti contro gli ambienti potenzialmente contaminanti.

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klüberplex BEM 41-141	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti volventi e a strisciamento fortemente sollecitati</li> <li>– Per vibrazioni e oscillazioni</li> <li>– Le applicazioni sono, ad esempio, i cuscinetti principali delle turbine eoliche</li> </ul>
Klüberplex BEM 34-131 N	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per la lubrificazione a lungo termine e a vita dei cuscinetti volventi e delle guide lineari</li> <li>– Ottimo effetto lubrificante in applicazioni con micro-movimenti</li> <li>– Per applicazioni come i mozzi dei veicoli e altri cuscinetti volventi, dove sono prevedibili danni dovuti alla falsa brinellatura</li> </ul>
Klüberfood NH1 94-301	<ul style="list-style-type: none"> <li>– NSF-H1 Numero di registrazione: 140682</li> <li>– Per cuscinetti volventi e a strisciamento che operano con carichi elevati e con micro-movimenti</li> <li>– Buona protezione contro l'usura e la corrosione</li> </ul>

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klübersynth BHE 46-403	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per cuscinetti a rulli ad alto carico e temperature di esercizio costantemente elevate</li> <li>– Valori di attrito ottimizzati, ad es. per l'impiego nei cuscinetti dei mozzi delle ruote dei veicoli commerciali</li> </ul>
Klüberplex BEM 41-132	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per la lubrificazione a lungo termine di cuscinetti a rulli conici, cilindrici e sferici in una vasta gamma di applicazioni</li> <li>– Lubrificante speciale collaudato e testato per applicazioni nell'industria automobilistica e in molte applicazioni di cuscinetti a rulli e a sfere</li> </ul>
Klübersynth BM 44-42	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Per la lubrificazione a lungo termine e a vita di cuscinetti volventi e viti a sfere soggette a forti sollecitazioni, anche per contatti lineari e piccoli movimenti oscillatori</li> <li>– Comprovato successo nelle applicazioni automobilistiche, ad es. nei sistemi di sterzo</li> </ul>

# Grassi per l'industria alimentare

I nostri lubrificanti speciali per l'industria alimentare e farmaceutica sono stati sviluppati e testati sulla base della nostra esperienza e ricerca globale e sono registrati come NSF H1/H2.

I processi di produzione dei lubrificanti Klüber Lubrication H1 sono soggetti a severi requisiti igienici per evitare contaminazioni indesiderate. Essi seguono quasi esclusivamente lo standard NSF ISO 21469. Questa certificazione supporta anche il rispetto dei requisiti igienici nel vostro impianto di produzione.

Klüber Lubrication è stata tra le prime aziende in grado di soddisfare gli elevati requisiti di questo standard ed ha oggi più impianti di produzione certificati rispetto a qualsiasi altra azienda.

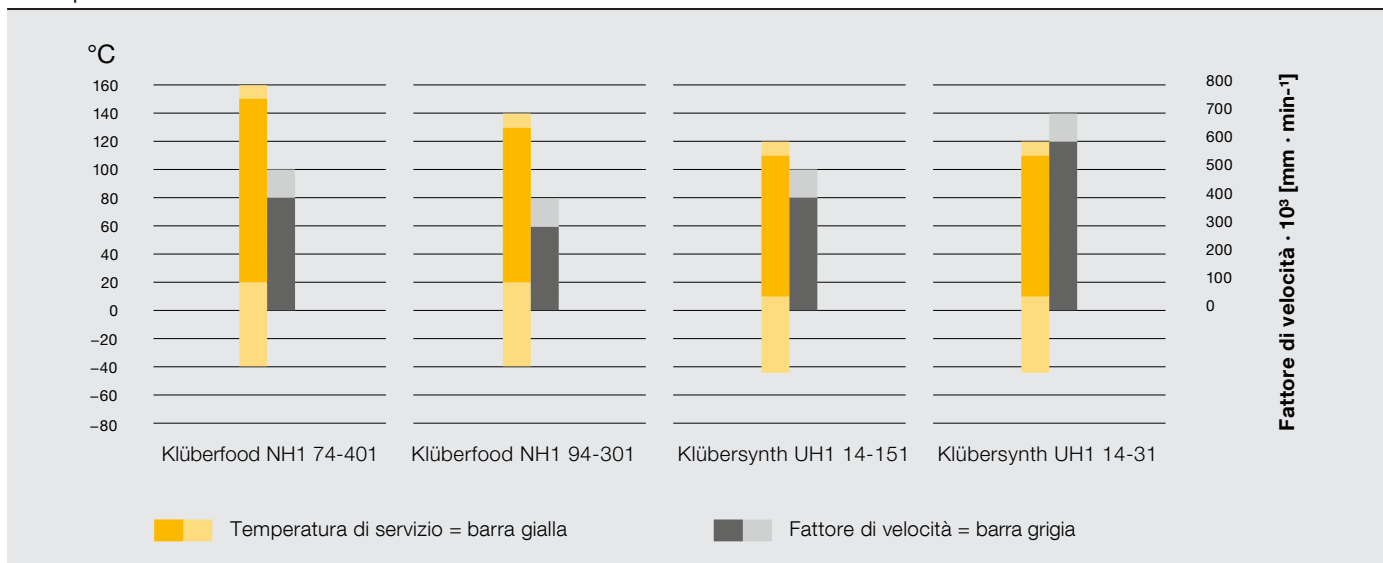
Per una maggiore sicurezza di processo nella produzione di prodotti farmaceutici, i lubrificanti NSF H1 devono essere utilizzati esclusivamente in tali operazioni. In questo modo si evita in modo affidabile la contaminazione dei prodotti farmaceutici da parte di lubrificanti non registrati come NSF H1, poiché si elimina il rischio di confusione.

Ciò significa che l'uso di lubrificanti con registrazione NSF H1 contribuisce ad una maggiore affidabilità dei processi di produzione. Tuttavia si consiglia di effettuare un'ulteriore analisi dei rischi, ad es. HACCP.

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Fattore di velocità $n \cdot d_m$ [mm · min <sup>-1</sup> ] ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Spessente
120	-45	700,000	30	6	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico, olio estere	Sapone complesso di alluminio
120	-45	500,000	150	22	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico	Sapone complesso di alluminio
140	-40	400,000	300	31	da 310 a 340	Idrocarburo sintetico	Sapone complesso di calcio
160	-40	500,000	400	40	da 280 a 310	Idrocarburo sintetico	Poliurea
260	-40	300,000	420	40	da 265 a 295	PFPE	PTFE



### Temperatura di servizio e fattore di velocità



L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klübersynth UH1 14-31	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso a basso attrito</li> <li>- Ottimo comportamento a bassa temperatura</li> <li>- Buona resistenza all'acqua e buona protezione contro la corrosione</li> <li>- Ottima pompabilità nei sistemi di lubrificazione centralizzata</li> </ul>
Klübersynth UH1 14-151	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottimo comportamento a bassa temperatura</li> <li>- Buona protezione contro l'usura</li> <li>- Una buona resistenza all'acqua riduce il rischio di corrosione e di rottura prematura dei cuscinetti</li> <li>- Per velocità medie</li> </ul>
Klüberfood NH1 94-301	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buona protezione contro l'usura e capacità di carico</li> <li>- Buona resistenza all'acqua e buona protezione contro la corrosione</li> <li>- Per la lubrificazione a lungo termine di cuscinetti volventi e guide lineari, anche con micro-movimenti</li> <li>- Buona pompabilità nei sistemi di lubrificazione centralizzati</li> </ul>
Klüberfood NH1 74-401	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per la lubrificazione a lungo termine in un'ampia gamma di temperatura</li> <li>- Buona protezione contro l'usura e la corrosione</li> <li>- Per cuscinetti volventi e a strisciamento che operano sotto carichi elevati</li> </ul>
BARRIERTA L 55/2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso a lungo termine per cuscinetti volventi sotto carico termico</li> <li>- Ottima stabilità di funzionamento e protezione dalla corrosione</li> <li>- Approvato e raccomandato da numerosi produttori</li> </ul>

# Elettroconduttività

## Cuscinetti volventi: protezione efficace contro l'erosione elettrica

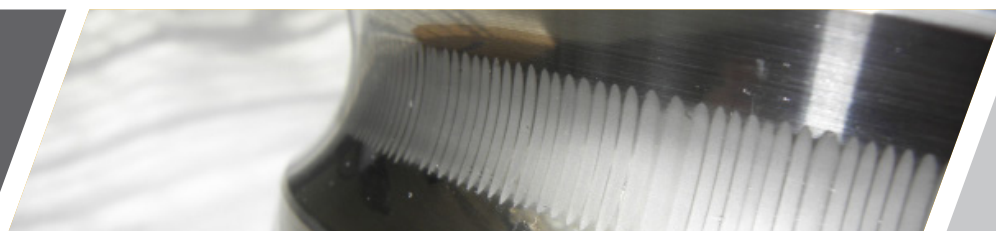
Il passaggio indesiderato di una corrente elettrica e una scarica spontanea possono causare gravi danni ai cuscinetti volventi dei motori elettrici. È in vista di queste applicazioni che Klüber Lubrication ha sviluppato nuovi grassi elettroconduttivi per cuscinetti volventi.

I cuscinetti volventi nei componenti elettrici come i generatori o i motori non devono solo soddisfare i requisiti ordinari relativi ai cuscinetti, ad es. prestazioni a lungo termine a lunghi intervalli di rilubrificazione, lubrificazione a vita ad alte temperature, velocità di rotazione. Devono anche superare un problema molto specifico, cioè l'erosione elettrica. Essa è causata dal passaggio indesiderato di corrente attraverso il cuscinetto, che porta a notevoli danni al cuscinetto stesso e a cambiamenti nelle proprietà del lubrificante. I danni subiti dai corpi volventi e dalle piste di rotolamento a causa del passaggio di corrente attraverso il cuscinetto per mezzo di archi elettrici possono presentarsi sotto forma di crateri (spesso simmetrici) o di segni di rigatura.

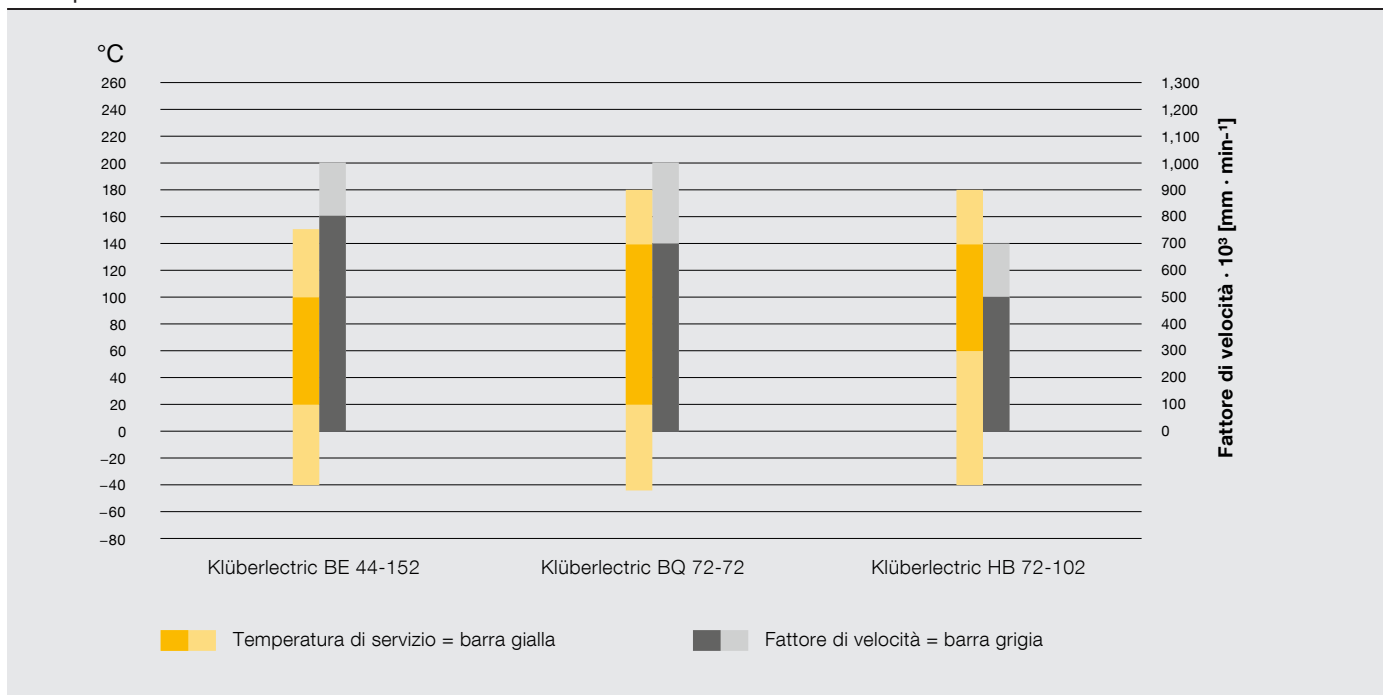
## Il design innovativo del lubrificante assicura una migliore conduttività

Lubrificanti appositamente sviluppati come Klüberlectric BQ 72-72 o Klüberlectric HB 72-102 riducono notevolmente le correnti elettriche dannose. Poiché l'impatto energetico di correnti elettriche indesiderate non solo provoca danni ai cuscinetti, ma influisce anche sulle prestazioni del lubrificante, un altro effetto positivo dei lubrificanti contenenti additivi IL è che aiutano a prolungare la durata del grasso. Test completi su banchi prova, seguiti da analisi tribologiche, forniscono informazioni sullo stato del lubrificante utilizzato e su quello del cuscinetto. I risultati delle prove hanno dimostrato che i danni ai cuscinetti e al lubrificante derivanti dalle correnti elettriche si riducono notevolmente quando si utilizza Klüberlectric BQ 72-72 o Klüberlectric HB 72-102 rispetto ai lubrificanti convenzionali.

Temperatura di servizio superiore [°C]	Temperatura di servizio inferiore [°C]	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 40 °C ca.	Viscosità dell'olio base DIN 51562 [mm <sup>2</sup> /s] a 100 °C ca.	Penetrazione lavorata DIN ISO 2137 [0.1 mm] ca.	Olio base	Ispezzente
180	-45	72	9.5	da 265 a 295	Olio estere	Poliurea
180	-40	95	14	da 265 a 295	Olio estere	Poliurea
150	-40	150	19	da 265 a 295	Idrocarburo sintetico	Sapone al litio, lubrificante solido



### Temperatura di servizio e fattore di velocità



L'area più scura mostra il campo di applicazione ottimale

Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Klüberlectric BQ 72-72	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso per cuscinetti volventi elettroconduttivi per la lubrificazione a vita</li> <li>- Resistenza elettrica specifica secondo DIN EN 62631-3-1: <math>&lt; 1 \cdot 10^7 \Omega \cdot \text{cm}</math></li> <li>- Ridotto livello di rumore</li> </ul>
Klüberlectric HB 72-102	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasso per cuscinetti volventi elettroconduttivi per la lubrificazione a vita</li> <li>- Resistenza elettrica specifica secondo DIN EN 62631-3-1: <math>&lt; 1 \cdot 10^8 \Omega \cdot \text{cm}</math></li> <li>- Buona compatibilità con guarnizioni ed elastomeri</li> </ul>
Klüberlectric BE 44-152	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per la lubrificazione a lungo termine dei cuscinetti volventi dove possono verificarsi scariche elettriche, ad es. nei motori elettrici, nelle macchine per la produzione della carta, nelle fotocopiatrici, nei ventilatori, ecc.</li> <li>- La resistenza elettrica in base alla (ex) DIN 53482 è pari a <math>&lt; 10.000 \Omega \cdot \text{cm}</math> (distanza tra gli elettrodi = 1 cm, superficie dell'elettrodo = 1 cm<sup>2</sup>)</li> <li>- Grasso nero</li> </ul>

# Pulizia, protezione e montaggio dei cuscinetti volventi

## Perché pulire i cuscinetti volventi?

La lubrificazione dei cuscinetti volventi - sia il riempimento iniziale che la rilubrificazione - richiede un'accurata preparazione. Prima dell'applicazione del grasso, il punto di attrito dovrebbe essere metallicamente lucido, cioè privo di tutti i residui e di particelle di sporco, poiché i cuscinetti contaminati possono subire danni e guasti prematuri. La pulizia elimina anche il rischio di incompatibilità tra l'agente anticorrosivo utilizzato e il grasso successivamente applicato. Inoltre, il lubrificante aderisce in modo ottimale alle superfici del cuscinetto solo se le superfici lubrificate sono prive di contaminanti. La pulizia prima dell'ingrassaggio è il presupposto per ottenere risultati ottimali con i vostri lubrificanti.

Ciò vale in particolare per i grassi a base di PFPE, poiché questo olio base non è compatibile con altre tipologie di olio base. Il liquido detergente Klüberalfa XZ 3-1 evapora rapidamente e senza residui. Esso lascia il cuscinetto in condizioni ottimali per l'ingrassaggio con lubrificanti a base di PFPE / PTFE.

Inoltre, questo solvente a base di PFPE può essere utilizzato anche come agente disperdente. Ciò significa che il lubrificante può essere applicato in strati molto sottili.

## Pulizia

Solvente	Ispessente	Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Organico	nessuno	Klüberfood NK1 Z 8-001 Spray	<ul style="list-style-type: none"><li>- Per la rimozione di residui di olio, grasso, cera e resina da superfici in plastica e metallo</li><li>- Può essere utilizzato anche per rimuovere i residui di colla, trovati spesso sulle etichettatrici</li></ul>
PFPE	nessuno	Klüberalfa XZ 3-1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rimuove i residui di grasso e olio e prepara le superfici delle parti per un'adesione ottimale dei lubrificanti PTFE/PFPE</li></ul>





## Perché i cuscinetti volventi richiedono una protezione?

La maggior parte dei componenti di un cuscinetto volvente sono in acciaio. Il tipo 100Cr6, più usato, non è protetto e quindi non è resistente alla corrosione causata dall'umidità dell'aria. Ciò rappresenta un rischio per l'affidabilità operativa. Se il cuscinetto non è protetto, le particelle di corrosione che si formano nel tempo possono penetrare nel cuscinetto e portare ad un aumento del rumore o ad un guasto prematuro di esso.

## Perché un agente anticorrosivo dovrebbe offrire di più che una semplice protezione contro la corrosione?

### Compatibilità con il lubrificante utilizzato

In caso di incompatibilità, un'insufficiente adesione del grasso può portare alla perdita di lubrificante. La causa può essere dovuta all'olio anticorrosivo applicato. In questo caso il grasso può essere "fluttuante" sulla pellicola anticorrosiva e non in grado di aderire alla superficie metallica.

### False Brinelling e olio anticorrosivo

Un fenomeno indesiderabile che a volte si incontra è il cosiddetto False Brinelling. È caratterizzata da segni di usura sulle piste di rotolamento causati da piccoli movimenti oscillanti sotto carico. Si parla anche di segni di usura stazionaria perché si presentano nei cuscinetti non mobili, ad esempio nei cuscinetti delle ruote dei veicoli durante il trasporto o nei compressori di riserva inattivi.

## Protezione

Olio base	Ispezzente	Prodotto	Descrizione/ Esempi di applicazione
Idrocarburo sintetico	Sapone al litio	Klübersynth BZ 44-4000	- Fluido lubrificante e anticorrosivo per cuscinetti volventi che offre una buona protezione contro l'usura nei micromovimenti
Olio estere, idrocarburo sintetico	nessuno	Klübersynth MZ 4-17	- Olio sintetico lubrificante e anticorrosivo per la protezione dei cuscinetti volventi
PFPE	nessuno	Klüberalfa YM 3-30 N	- Olio PFPE con buone caratteristiche di bagnabilità per la conservazione dei cuscinetti volventi



Segni d'usura causati dalle vibrazioni dei cuscinetti stazionari - il cosiddetto False Brinelling

Il fenomeno False Brinelling può essere impedito da uno speciale olio anticorrosivo contenente un additivo che offre protezione contro questo tipo di usura, per esempio Klübersynth BZ 44-4000. L'olio anticorrosivo agisce anche come lubrificante iniziale durante la fase di rodaggio fino a quando il grasso non viene distribuito correttamente all'interno del cuscinetto.

### Compatibilità con materie plastiche ed elastomeri

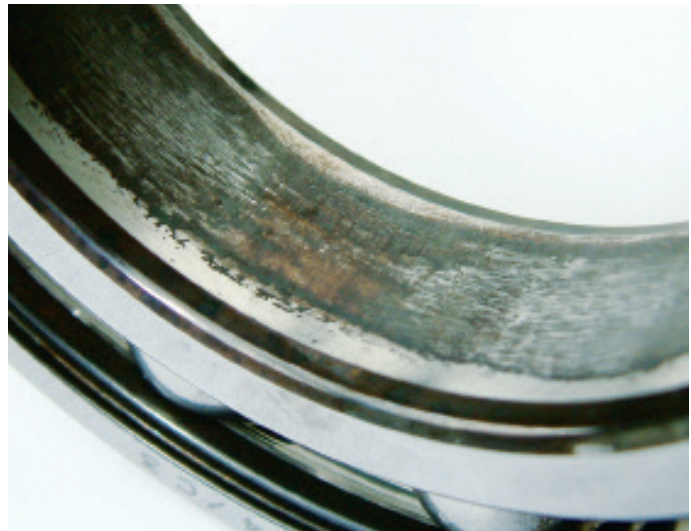
Proprio come il grasso lubrificante, anche l'olio anticorrosivo deve essere compatibile con i materiali plastici (gabbia) ed elastomeri (guarnizioni) utilizzati nel cuscinetto. Saremo lieti di fornirvi una consulenza in merito. Una protezione anticorrosione ad alte prestazioni migliorerà ed estenderà le prestazioni funzionali del cuscinetto e consentirà addirittura di risparmiare sui costi per l'utente.

# Le paste di assemblaggio aiutano a prevenire la corrosione da sfregamento

La corrosione da sfregamento (fretting corrosion) risulta dalla frizione di due superfici metalliche l'una contro l'altra sotto alta pressione. È aggravata da una combinazione di corrosione e dell'effetto abrasivo dei residui di usura. Questi effetti sono particolarmente frequenti nei componenti soggetti a vibrazioni (per esempio le sedi dei cuscinetti). Quando le particelle abrasive entrano nel cuscinetto e nelle sue zone di contatto, il rumore del cuscinetto aumenta e in molti casi il cuscinetto si rompe prematuramente.

## Paste di assemblaggio

Il modo più semplice per prevenire la corrosione da sfregamento a lungo termine è l'uso di una pasta di assemblaggio. Queste paste contengono spesso lubrificanti solidi per separare permanentemente le superfici l'una dall'altra e prevenire così l'abrasione. Di conseguenza, il cuscinetto può essere usato per un lungo periodo di tempo.



Corrosione da sfregamento sull'anello interno

	Klüberpaste ME 31-52	Klüberpaste HEL 46-450	Klüberpaste UH1 84-201
Applicazione	Pasta collaudata per la protezione contro la corrosione da sfregamento. Per il montaggio a pressione dei cuscinetti volventi.	Pasta per alte temperature per l'assemblaggio di cuscinetti volventi e connessioni positive. Sopra i 200 °C, il velo di lubrificante fornisce una lubrificazione a secco.	Per l'uso nell'industria alimentare o farmaceutica, preferibilmente in combinazione con grassi alimentari (vedi sezione apposita).
Olio base	Olio minerale	Olio estere/ /PAG	Idrocarburo sintetico
Ispessente Lubrificante solido	Sapone complesso di calcio/ lubrificante solido inorganico	Lubrificante solido	PTFE/lubrificante solido
Colore	dal bianco al beige	nero	bianco
Struttura	omogeneo/a fibra corta	omogeneo/a fibra corta	omogeneo/a fibra lunga
Range di temperatura di servizio, ca.	da -15 a +150 °C	da -40 a +1,000 °C	da -45 a +120 °C



Editore e Copyright:

Klüber Lubrication München SE & Co. KG

Le ristampe totali o parziali sono consentite soltanto previa autorizzazione di Klüber Lubrication München SE & Co. KG a condizione che ne sia opportunamente citata la fonte e ne venga inviata una copia all'editore.

I dati contenuti in questo opuscolo si basano sulle nostre esperienze e conoscenze al momento della stampa e intendono fornire informazioni sulle possibili applicazioni a lettori con esperienza tecnica. Non costituiscono garanzia sulle proprietà dei prodotti e non esimono l'utente dall'obbligo di effettuare test preliminari con il prodotto prescelto per un impiego specifico. Tutti i dati sono valori di riferimento che dipendono dalla composizione del lubrificante, l'utilizzo previsto e il metodo di impiego. I valori tecnici dei lubrificanti possono variare a seconda dei carichi meccanici, dinamici, chimici e termici, del tempo e della pressione. Tali variazioni possono influenzare il funzionamento dei componenti. Si consiglia di contattare il nostro personale per discutere eventuali specifici impieghi. Se richiesto e se possibile, saremo lieti di fornirvi un campione per l'esecuzione di prove. I prodotti Klüber Lubrication sono oggetto di costanti migliorie. Klüber Lubrication si riserva pertanto la facoltà di cambiare i dati tecnici contenuti nel presente opuscolo in qualsiasi momento senza preavviso.

Klüber Lubrication München SE & Co. KG  
Geisenhausenerstraße 7  
81379 München Germany

Tribunale di prima istanza di Monaco, Germania  
Certificato di registrazione 46624

**Copyrights delle immagini:**

Pagina 1: Jan Schmiedel

Pagine 5, 7, 9 : Jan Schmiedel

Pagina 9: Klüber Lubrication

Pagina 11: Fotostudio Riess

Pagina 12: Klüber Lubrication

Pagina 13: Klüber Lubrication

Pagina 15, 17: © Fotografo Engineer, Shutterstock.com

Pagina 19: Baader Planetarium

Pagina 21: © Mohd Syis Zulkipli, Shutterstock.com

Pagina 23: © Vladimir Shevelev, www.fotolia.com

Pagina 25: © Phils, www.fotolia.com;

© Sylvain COLLET, www.fotolia.com

Pagina 27: © Sergey Ryzhov, Shutterstock.com

Pagina 29: © Heorshe, www.fotolia.com

Pagina 31: Klüber Lubrication

Pagina 33: Klüber Lubrication

Pagina 34: Klüber Lubrication

Pagina 35: © Schaeffler KG

## Klüber Lubrication – your global specialist

Le soluzioni tribologiche innovative sono la nostra passione. Attraverso il contatto e la consulenza personale, aiutiamo i nostri clienti ad avere successo in tutto il mondo, in tutti i settori e mercati. Con i nostri ambiziosi approcci tecnici e il nostro personale esperto e competente, da più di 90 anni soddisfiamo richieste sempre più esigenti producendo lubrificanti efficienti ad alte prestazioni.

[www.klueber.com](http://www.klueber.com)

a brand of  
 **FREUDENBERG**