

# TEKNİK GÖRÜŞ

NSK AVRUPA TARAFINDAN YAYINLANMIŞTIR

## Yağlama - Friksiyon ve rulman aşınmasını azaltma

Rulmanın gres veya yağ ile yağlanması rulman bileşenleri ve kafes arasındaki doğrudan metalik teması engellemektedir. Uygun bir yağlayıcı film, friksiyonu ve rulmanın aşırı ısınmasını engelleyerek erken aşınmanın önüne geçebilir ve hizmet ömrünü uzatabilir. Yağlama aynı zamanda yabancı partiküllerin rulman içerisine nüfuz edememesini ve rulmanın aşınmaya karşı korunmasını da sağlamaktadır.

### Gresli ve yağlı yağlama

Rulmanların optimal olarak çalışmasını sağlamak ve aşınmayı azaltmak için gresli veya yağlı yağlama kullanılabilir. Yağlama türünü seçerken uygulama ve çalışma koşulları dikkate alınmalıdır. Aşağıdaki tabloda farklı parametreler ve farklı yağlama yöntemi önerileri verilmektedir.

### Gresli ve yağlı yağlamanın karşılaştırılması

| Madde                                  | Gresli yağlama  | Yağlı yağlama   |
|--|---|---|
| yuva yapısı ve sızdırmazlık yöntemi    | basit   | karmaşık olabilir, dikkatli bakım gerekir   |
| hız                                    | sınır hız yağlı yağlama ile sağlanan hızın %65-%80'idir | daha yüksek sınır hız   |
| soğutma etkisi                         | zayıf   | cebri yağ dolaşımı kullanılarak ısı transferi mümkün  |
| akışkanlık                             | zayıf   | iyi   |
| tam yağlayıcı değişimi                 | bazen zor   | kolay   |
| yabancı maddenin giderilmesi           | partiküllerin gresten giderilmesi imkansız              | kolay   |
| sızıntı nedeniyle harici kontaminasyon | çevre nadiren sızıntı nedeniyle kirlenir                | Sıklıkla uygun karşı tedbirler alınmadığı için sızıntı meydana gelir. Harici kontaminasyonun engellenmesi gereken durumlarda uygun değildir |

### Yağlayıcı bileşimleri

| Gres içeriği            | Yağ içeriği          |
|-------------------------|----------------------|
| %70-90 baz yağlar       | %95-99 baz yağlar    |
| %5-30 kıvamlaştırıcılar | -                    |
| %1-5 katkı maddeleri    | %1-5 katkı maddeleri |

Baz yağlar yağlayıcı kuvveti sağlar, kıvamlaştırıcılar baz yağlara yarı katı tutarlılık kazandırır ve katkı maddeleri gereken özellikleri sağlar.

## 1. Gresli Yağlama

Yüksek performanslı makineler giderek artan bir şekilde en üstün verimlilik ve kalite gereksinimlerini karşılayan makaralı rulmanlara ihtiyaç duymaktadır. Gresli yağlama hizmet ömrünün uzatılması, torkun düşük tutulması, sessiz çalışma sağlanması ve aşınma koruması sağlanmasında önemli bir görev üstlenmektedir.

NSK yüksek sıcaklıklar ve yüksek hızlar gibi çeşitli koşullar için özel olarak hazırlanmış gresler sunmaktadır.

### Gres gereksinimleri

- › Yüksek paslanma ve ısı direnci, düşük buharlaşma kaybı
- › Uzun kullanım süreleri boyunca iyi yağlama kuvveti
- › Mekanik kuvvet ve yumuşa ve sızıntı direnci
- › Birinci sınıf yağlama ve aşınma engelleme özellikleri
- › Rulmanda minimum tork ve sıcaklık artışı
- › Düşük sıcaklıklarda üstün özellikler
- › Düşük sıcaklıklarda minimum tork
- › Başlangıçta sessiz çalışma
- › Su geçirmezlik, çok iyi aşınma koruması
- › Kontaminasyonun engellenmesi, sessiz çalışma
- › Plastik ve kauçuğa karşı nötr
- › Herhangi bir değişim olmadan tutarlı kalite ve maksimum raf ömrü

### Gres miktarı

Yuva içerisindeki gerekli gres miktarı şu faktörlere bağlıdır:

- › Yuva tasarımı
- › Mevcut alan
- › Gres özellikleri
- › Oda sıcaklığı

Rulman içerisinde gresle doldurulması gereken alan miktarı hıza bağlıdır:

- › Rotasyon hızı sınır hızın %50'sinden az ise alanın 1/2 veya 2/3'ü
- › Rotasyon hızı sınır hızın %50'sinden gazla ise alanın 1/3 veya 1/2'si

### Gres ikmali

Genellikle uzun süre gres takviyesi yapılması gerekmez. Yüksek rulman sıcaklığı veya yükü gibi zorlu çalışma koşullarında gresin düzenli olarak takviye edilmesi veya değiştirilmesi gerekir. Kısa aralıklarla yağlama gerekliyse, doldurma ve boşaltma ağızları gresin taze yağlayıcı ile değiştirilmesini kolaylaştıracak uygun pozisyonlarda konumlandırılmalıdır

### NSK greslerinin türleri ve özellikleri

Bkz. ayrı tablo "Yağlama gresleri markaları ve özellikleri - TI/E/0100"

## 2. Yağlı yağlama

Yağlı yağlama en çok yüksek sınır hızları için uygundur. Genel olarak yağlı yağlama sistemleri daha karmaşıktır ve dikkatli bakım gerektirir.

Makaralı rulmanlar için kullanılan yağlama yağları normalde arıtılmış madeni yağ ve sentetik yağlardır ve yüksek yağ filmi kuvveti ve mükemmel paslanma ve aşınma direncine sahiptir. Yağlama yağını seçerken, ilgili çalışma koşullarındaki viskozitenin dikkate alınması önemlidir. Viskozite çok düşük ise uygun bir yağ filmi oluşamayacağından normal dışı yıpranma ve sıvanmaya neden olabilir. Viskozite çok yüksek olduğunda ise yağlayıcı aşırı friksiyona neden olabilir, rulman sıcaklığında artışa ve önemli miktarda enerji kaybına neden olur.

### Rulman türleri ve yağlama yağlarının uygun viskozite seviyeleri

| Rulman türü  | Çalışma sıcaklığında uygun viskozite |
|--|--------------------------------------|
| bilyalı rulmanlar ve silindirik makaralı rulmanlar   | > 13 mm <sup>2</sup> /s              |
| konik makaralı rulmanlar ve oynak makaralı rulmanlar | > 20 mm <sup>2</sup> /s              |
| eksenel oynak makaralı rulmanlar                     | > 32 mm <sup>2</sup> /s              |

Açıklamalar: 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (santistok)

## Farklı yağlı yağlama türleri

### 1. Yağ banyosuyla yağlama

Yağ banyosuyla yağlama genellikle düşük ve orta hızlar için kullanılır. Yağ seviyesi en düşük döner elemanın ortasında olmalıdır. Doğru yağ seviyesinin sağlanması için yağ gösterge camı kullanılması önerilir.

### 2. Sıçratmalı yağlama

Bu yöntemde dişli çarklar veya flinger rulmanlar üzerine yağ sıçratır, rulman yağa batırılmaz. Genellikle otomobil dişlileri ve aks tahriklerinde kullanılır.

### 3. Dolaşımli yağlama

Dolaşımli yağlama genellikle rulmanların yüksek sıcaklıklarda kullanıldığı ve soğutulması gereken yüksek hızlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu yöntemde yağ bir tarafta kılavuz üzerinden dağıtılır, rulman içine girer ve diğer taraftaki bir boruyla boşaltılır. Saklama tankında soğutulduktan sonra pompa ve filtreden geçerek rulmana geri gelir. Yağ çıkışı fazla yağın birikmemesi için tedarik borusundan daha büyük olmalıdır.

### 4. Enjeksiyonlu yağlama

Enjeksiyonlu yağlama genellikle  $n \times dm$  faktörünün ( $dm$ : döner elemanın mm cinsinden diş açıklığı daire çapı ve  $n$ : rpm cinsinden hız) bir milyonu aştığı jet motorlarındaki rulmanlar gibi aşırı yüksek hızlarda çalışan rulmanlarda kullanılmaktadır. Bu sistemde basınçlı yağlama yağı bir veya daha fazla ağızdan rulman içerisine enjekte edilir. Birden fazla ağız kullanımı minimum yağ miktarı ile daha dengeli soğutma ve daha iyi sıcaklık dağılımı sağlamaktadır.

### 5. Yağlı hava ile yağlama

Yağlı hava ile yağlama yönteminde, bir ölçüm cihazı sürekli basınçlı hava akışı ile pompalara çok küçük ve tutarlı miktarlarda yağ enjekte etmektedir. Yağ sabit hızda boru duvarlarında akmaktadır. Bu türde yağlama takım tezgahlarının ana millerinde ve diğer yüksek hızlı uygulamalarda kullanılmaktadır.

### Yağlı hava ile yağlamanın temel avantajları:

- › Minimum miktarda yağ kullanımı daha az ısı oluşması nedeniyle bu yöntemi yüksek hızlar için uygun hale getirmektedir.
- › Minimum miktarda yağ her zaman mevcuttur, bu nedenle rulman sıcaklığı sabit kalmaktadır. Aynı zamanda az miktarda yağ kullanıldığı için neredeyse sıfır hava kirliliği meydana gelir.
- › Rulmanlara yalnızca taze yağ verilir, bu nedenle yağ bozulmaz.
- › Basınçlı havanın eklenmesi belirli miktarda aşırı basınç oluşturur. Toz ve kesme yağı sisteme giriş yapamaz.

### NSK yağlama yağlarının türleri ve özellikleri

| Çalışma sıcaklığı | Hız                              | Hafif veya normal yük                         | Ağır veya şok yük                              |
|-------------------|----------------------------------|---|--|
| -30 ile 0°C       | sınır hızdan az                  | ISO VG 15, 22, 32 (soğutucu makine yağı)      | -  |
| 0 ile 50°C        | sınır hızın %50'sinden daha az   | ISO VG 32, 46, 68 (rulman yağı, türbin yağı)  | ISO VG 46, 68, 100 (rulman yağı, türbin yağı)  |
|                   | sınır hızın %50 ile %100'ü arası | ISO VG 15, 22, 32 (rulman yağı, türbin yağı)  | ISO VG 22, 32, 46 (rulman yağı, türbin yağı)   |
|                   | sınır hızdan yüksek              | ISO VG 10, 15, 22 (rulman yağı)               | -  |
| 50 ile 80°C       | sınır hızın %50'sinden daha az   | ISO VG 100, 150, 220 (rulman yağı)            | ISO VG 150, 220, 320 (rulman yağı)             |
|                   | sınır hızın %50 ile %100'ü arası | ISO VG 46, 68, 100 (rulman yağı, türbin yağı) | ISO VG 68, 100, 150 (rulman yağı, türbin yağı) |
|                   | sınır hızdan yüksek              | ISO VG 32, 46, 68 (rulman yağı, türbin yağı)  | -  |
| 80 ile 110°C      | sınır hızın %50'sinden daha az   | ISO VG, 320, 460 (rulman yağı)                | ISO VG 460, 680 (rulman yağı, dişli yağı)      |
|                   | sınır hızın %50 ile %100'ü arası | ISO VG, 150, 220 (rulman yağı)                | ISO VG, 220, 320 (rulman yağı)                 |
|                   | sınır hızdan yüksek              | ISO VG 68, 100 (rulman yağı, türbin yağı)     | -  |

- Açıklamalar:**
1. Sınır hız için rulman tablolarında listelenen değerleri kullanın.
  2. Bkz. Soğutucu Makine Yağları (JIS K 2211), Rulman Yağları (JIS K 2239), Türbin Yağları (JIS K 2213), Dişli Yağları (JIS K 2219)
  3. Çalışma sıcaklığı sol sütunda listelenen sıcaklık aralığının üst limitine yakında, yüksek viskozite seviyeli yağ seçin.
  4. Çalışma sıcaklığı -30°C'den düşük veya 100°C'den yüksek ise NSK'ya danışınız.