

TEKNİK GÖRÜŞ

NSK AVRUPA TARAFINDAN YAYINLANMIŞTIR

Rulman ömrü - Rulmanların tahmini temel yorulma süresinin hesaplanması

Rulman ömrü, temelde, rulmanın önceden belirlenen çalışma koşullarında gerektiği gibi çalışmasının beklenebileceği süredir. Rulmanın gerilim nedeniyle kavlama veya çatlama gibi yorulma semptomları göstermeye başlamadan önce tamamlayabileceği olası dönüş sayısına dayanmaktadır.

Rulmanın hizmet ömrünü ne belirler?

Doğal aşınma ve yıpranmaya ek olarak rulmanlar aşırı sıcaklık, çatlama, yağlama eksikliği veya keçe ya da kafeste hasar oluşması gibi faktörler nedeniyle (erken) bozulabilir. Bu türde rulman hasarı genellikle yanlış rulman seçimi, çevresel unsurların tasarımındaki yanlışlıklar, yanlış montaj veya yetersiz bakım işlemlerinin bir sonucudur.



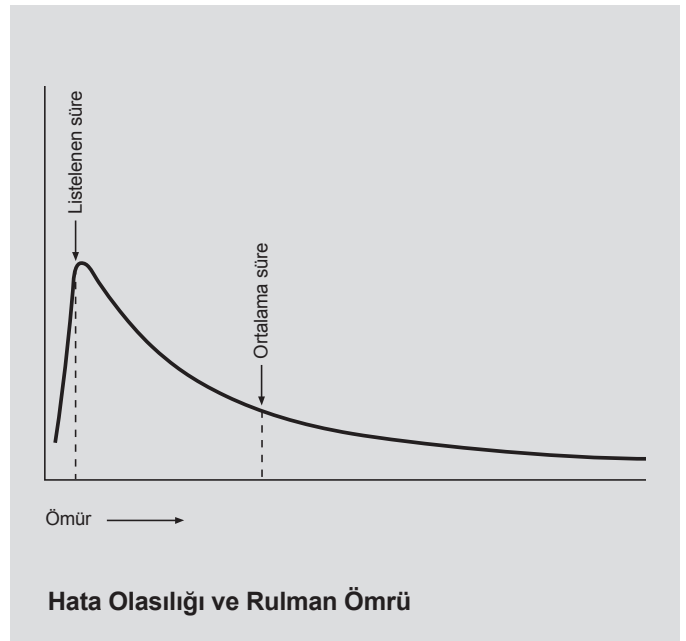
Tipik yorulma işaretleri: rulman malzemesinde küçük ve yassı pullanmanın ayrışması (pullanma/kavlanma)

1. Temel yorulma ömrü değeri L_{10}

Bir rulmanın temel yorulma ömrü değeri belirli bir gruptaki tüm rulmanların %90'ının belirlenen süre boyunca arıza yapmadan gerçekleştirdiği veya aştığı dönüş sayısı kullanılarak hesaplanır (arıza olasılığı: %10).

Rulman ömrünün hesaplanmasında geleneksel olarak katalog yöntemi (ISO 281) olarak da bilinen standartlaştırılmış formül kullanılmaktadır. Parametreler rulman yükü, dönme hızı, dinamik yük değeri ve rulman türüdür. Sonuç olarak rulman yorulma ömrü L_{10} veya L_{10h} .

› **Dinamik yük değeri (temel yük değeri)** Dış bileziklerin sabit olduğu ve iç bileziklerin bir milyon dönüşten meydana gelen (10^6 rev) rulman ömrü boyunca dayanabildiği, rulman üzerine uygulanan sabit yük olarak tanımlanmaktadır. Radyal rulmanların temel yük değeri, sabit yön ve büyüklükte merkezi radyal yük



olarak tanımlanmakta, eksenel rulmanların temel yük değeri de merkezi eksenle aynı yönde sabit büyüklükte eksenel yük olarak tanımlanmaktadır. Yük değerleri boyut tablolarında radyal rulmanlar için C_r ve eksenel rulmanlar için C_a altında gösterilir.

- › **Dinamik eşdeğer yük P** radyal rulmanlar için radyal olarak veya eksenel rulmanlar için eksenel yük olarak aynı etkiyi yaratacak, sabit büyüklükte ve yönde matematiksel bileşke yük olarak tanımlanmaktadır. Birleşik veya sabit yükler durumunda P değeri şu formül kullanılarak hesaplanır: $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$.
Eksenel Oynak Makaralı Rulman için: $P = F_a + 1,2 \cdot F_r$.

Rulmanların çalışma sıcaklığına ayarlanması

Rulmanlar yüksek sıcaklıklarda kullanılıyorsa, rulman çeliği sertliğini kaybeder. Bu nedenle nominal hız aşağıdaki denkler yardımıyla yüksek sıcaklıklara ayarlanmalıdır:

2. Değiştirilmiş rulman ömrü

Nominal rulman ömrü kriter olarak yeterli olsa da, çoğu uygulama için yağlama ve kirliliği de dikkate alarak hizmet ömrünün daha kesin olarak hesaplanması istenebilir.

Koşullar müsait olduğunda ve temas yükü belirli bir seviyeyi aşmıyor ise, yüksek çelik üretim kalitesi rulmanların nominal ömrün L_{10} gösterdiğinden daha uzun süre dayanmasını sağlamaktadır. Ancak uygun olmayan çalışma koşulları hizmet ömrünü kısaltabilir. Bunu göz önünde bulundurabilmek için a_1 ve a_{iso} faktörleri belirlenmiştir ve değiştirilmiş rulman ömrüyle L_{nm} sonuçlanmaktadır.

ABLE Forecaster kullanarak NSK ürünlerinin hizmet ömrünün tahmin edilmesi

NSK tarafından geliştirilen ABLE Forecaster (İleri Seviye Rulman Ömrü Denklemi) yazılımı, uygulama senaryo ve tecrübelerin de hesaplamalara dahil edilmesiyle, NSK ürünlerinin rulman ömrü hakkında daha kesin bilgiler vermektedir.

L_{10}/L_{10h} : temel ömür süresi (10⁶ dönüş/sa)

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ or } L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

C Dinamik yük değeri [N]

P Dinamik eşdeğer rulman yükü [N]

p Üs (bilyalı rulmanlar için 3, makaralı rulmanlar için [-])

n Dönme hızı [rpm]

C_t : Temel Yük Değeri

$$C_t = f_t \cdot C$$

C_t Sıcaklık düzeltmesinden sonra temel yük değeri (N)

f_t Sıcaklık faktörü

C Sıcaklık düzeltmesinden önce temel yük değeri (N)

Sıcaklık faktörü f_t

| Rulman sıcaklığı °C | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| Sıcaklık faktörü f_t | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.75 |

L_{nm}/L_{nmh} Değiştirilmiş rulman ömrü [10⁶ dönüş] / [10⁶ dönüş/sa]

$$L_{nm} = a_1 \cdot a_{iso} \cdot L_{10} \quad L_{nmh} = a_1 \cdot a_{iso} \cdot L_{10h}$$

a_1 Güvenilirlik için hizmet ömrü katsayısı [-]

a_{iso} Modern üretim yöntemleri, mevcut çelik dereceleri, yağlama, kirlilik vb. dikkate alabilmek için hizmet ömrü katsayısı

Güvenilirlik Faktörü a_1

| Güvenilirlik (%) | 90 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| a_1 | 1.00 | 0.64 | 0.55 | 0.47 | 0.37 | 0.25 |