

KNOWLEDGE **POOL**

KAYMALI YATAKLARDA HASAR



MOTORSERVICE GRUBU

TEK ELDEN KALİTE VE SERVİS

Motorservice Grubu, Rheinmetall şirketinin dünya genelindeki satış sonrası faaliyetlerini yürüten satış organizasyonudur. Bağımsız yedek parça piyasasına yönelik faaliyet gösteren lider motor bileşeni tedarikçilerinden biridir. Motorservice şirketi; sahip olduğu Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components gibi premium markalar ve BF markası ile hem ticaret alanında faaliyet gösteren hem de atölyelerden müşterilerine geniş ve kapsamlı bir ürün yelpazesini en üstün kaliteyle sunmaktadır.

RHEINMETALL

GELECEĞİN MOBİLİTESİ İÇİN TEKNOLOJİLER

Dünya çapında otomobil sektörü tedarikçisi olarak Rheinmetall, hava beslemesi, zararlı madde azaltması ve pompa alanının yanı sıra, piston, motor bloğu ve kaymalı yatak geliştirme, imalat ve yedek parça teslimatı konusunda uzmanlığı sayesinde ilgili piyasalarda en üst pozisyonlarda yer almaktadır. Ürünler, saygın otomobil üreticileri ile yakın işbirliği içerisinde geliştirilmektedir.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



Yazı İşleri:

Motorservice, Technical Market Support

Yerleşim ve üretim:

Motorservice, Marketing

Yeniden basılması, kısmen de olsa çoğaltılması ve başka dile çevrilmesi sadece yazılı iznimiz ve kaynak bildirilmesi şartı ile mümkündür.

Değişiklik yapma ve farklı resim kullanma hakkı saklıdır.
Sorumluluk kabul edilmez.

Yayınlayan:

© MS Motorservice International GmbH

Sorumluluk

Bu broşürde verilen tüm bilgiler itina ile araştırılmış ve derlenmiştir. Buna rağmen broşür hataları içerebilir, bilgiler yanlış tercüme edilmiş veya eksik olabilir ya da sunulan bilgiler güncel bilgilerden farklılık gösterebilir. Bu nedenle, broşürde sunulan bilgilerin doğruluğuna, eksiksiz olmalarına, güncelliğine veya kalitesine dair herhangi bir garanti veya hukuki sorumluluk üstlenemeyiz. Bu broşürde yer alan bilgilerin veya eksik yada hatalı bilgilerin kullanımından veya hatalı kullanımından kaynaklanan direkt veya indirekt ve maddi veya manevi zararlar için, eğer kasıtlı veya ağır ihmali içeren bir davranışımız sonucu oluşmamışsa, tarafımızdan herhangi bir sorumluluk üstlenilmesi söz konusu olamaz. Dolayısıyla, oto motor tamircisi veya oto makinistinin gerekli teknik bilgiye, motor onarımı ile ilgili bilgi veya deneyime sahip olmaması sonucunda meydana gelen hasarlar için de sorumluluk kabul etmeyiz. Buradan açıklanan teknik yöntemlerin ve onarım bilgilerinin gelecek motor nesilleri üzerinde ne derecede uygulanabileceğini tahmin etmek mümkün değildir ve böyle bir durum söz konusu olduğunda oto motor tamircisi veya servis tarafından kontrol edilecektir.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
1. ESASLAR	5
1.1 Motordaki mesnet noktaları	5
1.2 Krank tahrikindeki ana ve biyel yatakları	6
1.3 Kaymalı yatakların fonksiyonları	7
1.4 Kaymalı yatakların tasarımı	8
1.5 Hasar durumunda kaymalı yatakların sökülmesi	10
2. KARMA SÜRTÜNME DEN KAYNAKLANAN AŞINMA	12
2.1 Giriş	12
2.2 Uyumlu çalışma aşınması	13
2.3 Başlayan krapaj	14
2.4 Kaynama	16
2.5 Özel durumlar	18
2.5.1 Tek taraflı kenar aşınması	20
2.5.2 Tek taraflı-karşılıklı kenar aşınması	22
2.5.3 Çift taraflı kenar aşınması	24
2.5.4 Yatak ortasında geniş aşınma izi	26
2.5.5 Yatak ortasında şerit biçimli aşınma	28
2.5.6 Ayırma yüzeylerinin karşılıklı bölgelerinde aşınma	30
2.5.7 Ayırma yüzeylerinin her iki tarafında aşınma	32
2.5.8 Yatak kovanının başındaki dar aşınma bölgeleri	34
2.5.9 Yatak kenarlarındaki aşınmamış dar şeritler	36
3. PARÇACIK ETKİSİYLE OLUŞAN HASARLAR	38
3.1 Giriş	38
3.2 Oluklanma	40
3.3 Yerleştirme	42
3.4 Kir izi	44
3.5 Yatak sırtındaki altlık	46
4. EROZYON VE KAVİTASYON	48
4.1 Erozyon	48
4.2 Kaviteasyon	49
5. YORULMA HASARLARI	52
5.1 Giriş	52
5.2 Kaygan tabakada çatlaklar ve kopmalar	54
5.3 Yatak metalindeki çatlaklar ve kopmalar	55
6. AŞIRI ISINMA SONUCU HASARLAR	56
6.1 Giriş	56
6.2 Isı kaynaklı çatlaklar	57
6.3 Akış tabakasının erimesi	58
6.4 Akış tabakasında veya yatak sırtında renk bozulması	59
7. KOROZYON	60
7.1 Sürtünme korozyonu / Aşınma korozyonu	61
7.2 Kimyasal korozyon	62
8. BASKI PULLARININ HASAR GÖRMESİ	64
9. SÖZLÜK	66

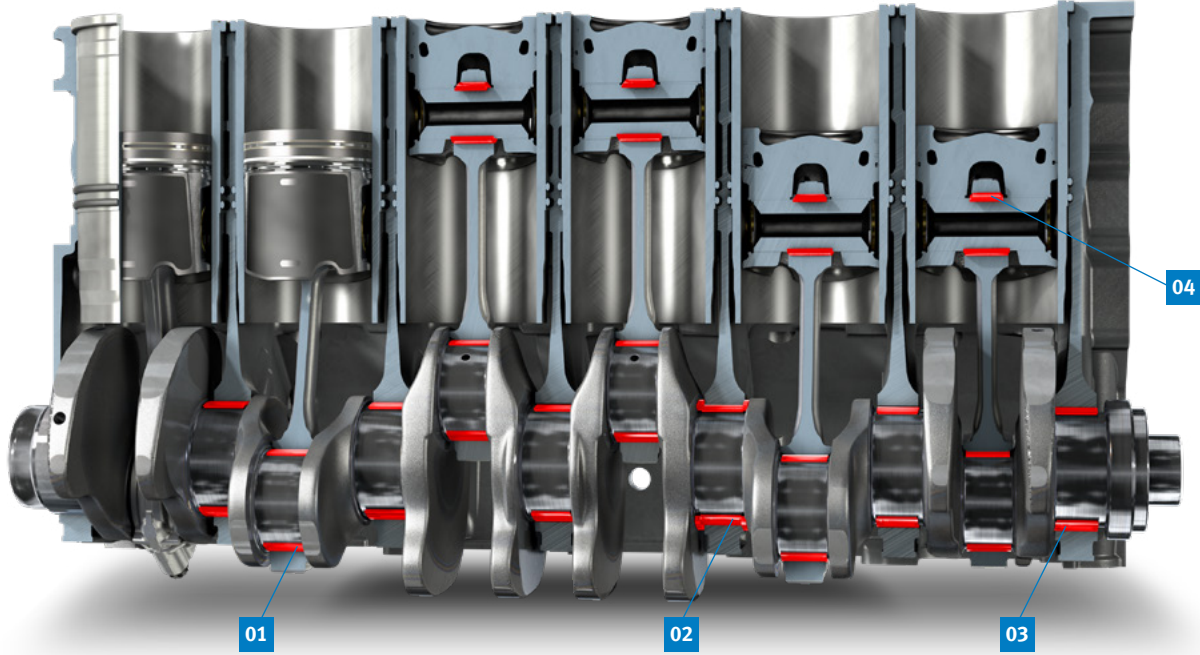
1. ESASLAR

1.1 MOTORDAKİ MESNET NOKTALARI

Altı silindirli motorun görseli, motordaki mesnet noktalarını göstermektedir. Yedi adet ana yatak kullanılmıştır, bunlardan biri aksenal yatak olarak tasarlanmıştır. Ana yatakların arasında biyel yatakları bulunur. Her silindir için bir biyel yatağı vardır.

Diğer mesnet noktaları, örneğin kam mili yatakları, biyel kovanları ve dengeleme şaftı yatakları genellikle yarım yatak kovanları ile değil, kaymalı yatak burçları ile gerçekleştirilir.

Bu broşürün odak noktası, krank mekanizmasında biyel çubuğu ve krank milinin yataklanmasında kullanılan yarım yatak kovanlarıdır.



01 Kol yatak



02 Ay yataklar / ana yatak veya flanşlı yatak



03 Ana yatak



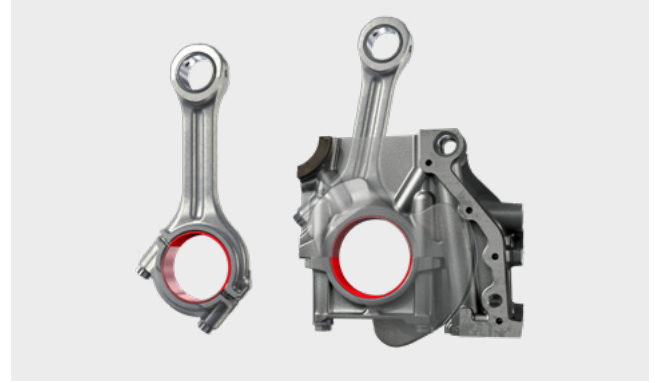
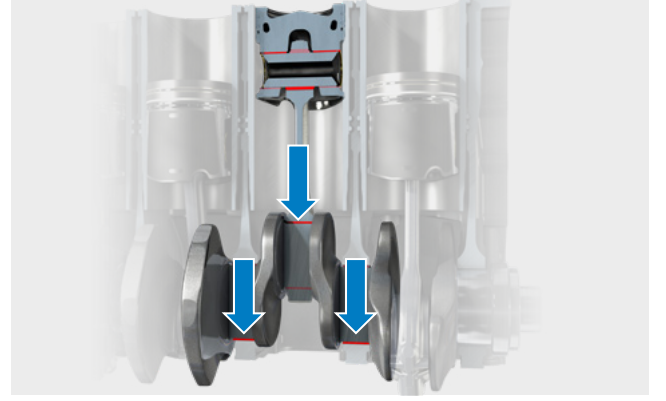
04 Biyel kovanları

1.2 KRANK TAHRİKİNDEKİ ANA VE BİYEL YATAKLARI

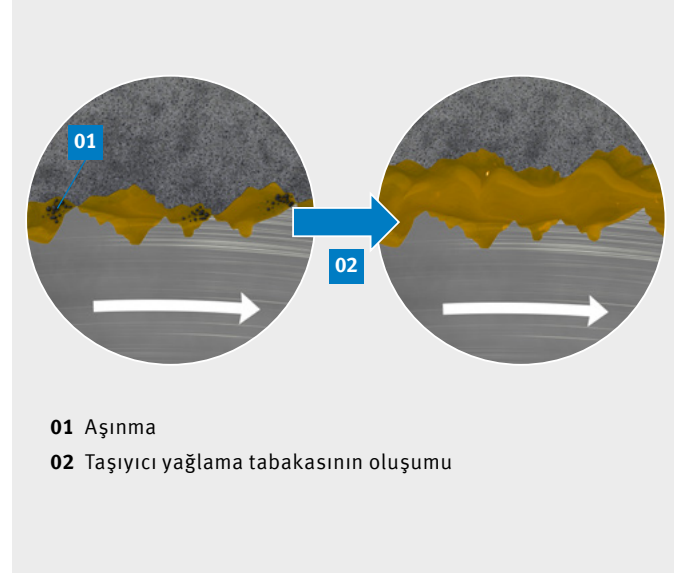
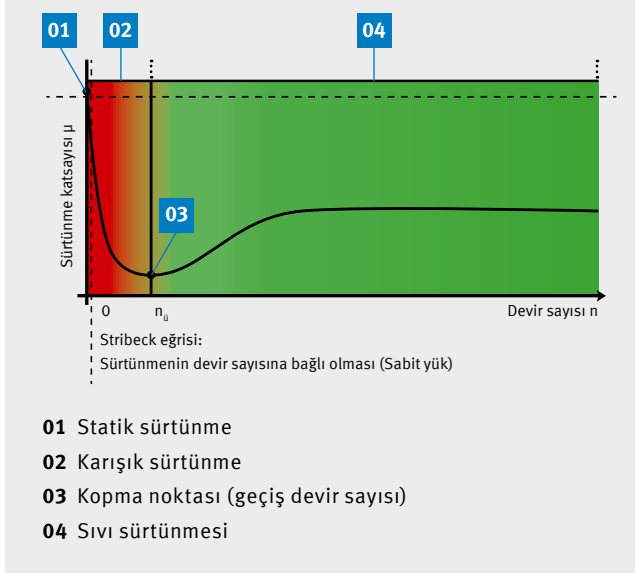
Biyel yatakları, biyel çubuğunu krank mili ile birleştirir. Yatak kovanları, biyel çubuğu tarafındakiler ve kapak tarafındakiler olarak ayrılabilir; bunlardan biyel çubuğu tarafındaki yatak kovanları, kapak tarafındakilere göre belirgin şekilde daha yüksek yüklere maruz kalır. Yanma sırasında oluşan ateşleme kuvveti, bu yataklar üzerinden krank miline iletilir. Benzinli motorlarda; dizel motorlarına kıyasla daha yüksek devirlerden dolayı büyük kütle kuvvetleri etkili olduğundan, kapak tarafındaki yatak kovanı da yüksek yüklere maruz kalır. Biyel yatakları, ana yataktan krank mili üzerindeki delikler aracılığıyla yağ ile beslenir.

Krank mili ana yataklar tarafından desteklenir. Burada da yatak, üst ve alt yatak kovanı olarak ikiye ayrılır. Ana yataklarda, ateşleme kuvvetlerini karşılaması nedeniyle alt yatak kovanı daha yüksek yüklere maruz kalır. Bir biyel tarafından krank miline iletilen kuvvetler birden fazla ana yatak tarafından karşılandığından, bu yataklar biyel çubuğu tarafındaki biyel yatak kovanlarına göre daha düşük yüklere maruz kalır. Üst ana yatak kovanı, yağın krank mili üzerindeki delikler aracılığıyla biyel yataklarına iletilmesini sağlayan bir yağ kanalına sahiptir.

Örneğin debriyajın kullanılması sırasında ortaya çıkan aksel kuvvetleri karşılayabilmek için aksel yatak olarak ay yataklar veya bileşik yataklar kullanılır.



1.3 KAYMALI YATAKLARIN FONKSİYONLARI



Kaymalı yatakların temel işlevi, birbirine göre hareket eden bileşenler arasındaki kuvvetleri karşılamak ve aktarmaktır. Ayrıca sürtünmenin en aza indirilmesi ve böylece neredeyse aşınmasız bir dönme hareketinin sağlanması amaçlanır. Her yatakta, çalışma sırasında dönme hareketine karşı koyan ve ısı üreten sürtünme kuvvetleri oluşur. Bu kuvvetleri azaltmak ve sürtünme ısını uzaklaştırmak için yatak ile shaft muylusu arasında bir yağlama tabakası gereklidir. Bu yağlama tabakası olmadan, doğrudan temas nedeniyle kuru sürtünme meydana gelir ve bu da yatakta aşınmaya ve malzeme kaybına yol açar.

Hidrodinamik kaymalı yataklar, yalnızca yatak kovani ile muylu arasındaki bağıl hareket sayesinde taşıyıcı bir yağlama tabakası oluşturan yataklardır ve belirli bir kopma devir sayısına kadar bir karma sürtünme bölgesinden geçerler.

Düşük devirlerde hidrodinamik kaldırma kuvveti, yüzeyleri birbirinden tamamen ayırmaya yetmez. Bu, kayma yüzeylerinin kısmen katı temasına yol açarak yatak hasarı riskini doğurur. Ancak devir sayısı arttıkça sürtünme kuvvetleri azalır ve kalıcı bir yağlayıcı film oluşur. Sıvı sürtünmesine / akışkan sürtünmesine geçilir ve böylece iki kayma yüzeyi birbirinden tamamen ayrılır. Yatakların güvenli çalışmasının sağlanabilmesi için; yatak boşluğunda oluşan yağ basıncının, kayma yüzeyleri temas etmeden yatağa etki eden kuvvetleri karşılayabilecek kadar yüksek olması gerekir. Kaymalı yataklar için ideal çalışma noktası budur. Ancak bu sürtünme türü de ısı üretir, bu nedenle ısının uzaklaştırılması için yeterli yağlama gereklidir.

1.4 KAYMALI YATAKLARIN TASARIMI

DIN 50282 standardına (“Metalik kaymalı yatak malzemelerinin tribolojik davranışı – Tanımlayıcı terimler”) göre, bir kaymalı yatak malzemesinin tribolojik davranışı, alıştırma davranışı, gömme kabiliyeti, acil durum çalışma davranışı, aşınma direnci ve uyum kabiliyeti gibi terimlerle tanımlanabilir. Bu nedenle, kaymalı yataklara yönelik gereksinimler malzeme seçimi açısından belirleyicidir.

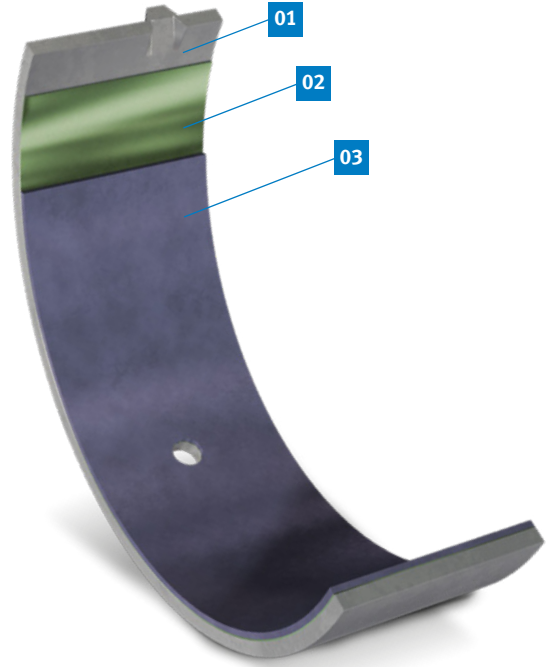
İki farklı kaymalı yatak malzeme ailesine ayrılır.

ÇİFT KATMANLI YATAKLAR

- Çelik-alüminyum bileşik malzemeler

Çift katmanlı yataklar; çelik sırt, saf alüminyumdan oluşan bir ara tabaka ve kaplanmış yatak malzemesinden oluşur. Çoğu durumda, malzeme olarak kalay, bakır ve silisyum katkılı bir alüminyum alaşımı tercih edilir.

Yatak yapısının gösterimi



- 01 Çelik sırt
- 02 Ara tabaka (gerektiğinde)
- 03 Yatak malzemesi



Çelik-alüminyum alaşımı

Yatak malzemesi: Alüminyum

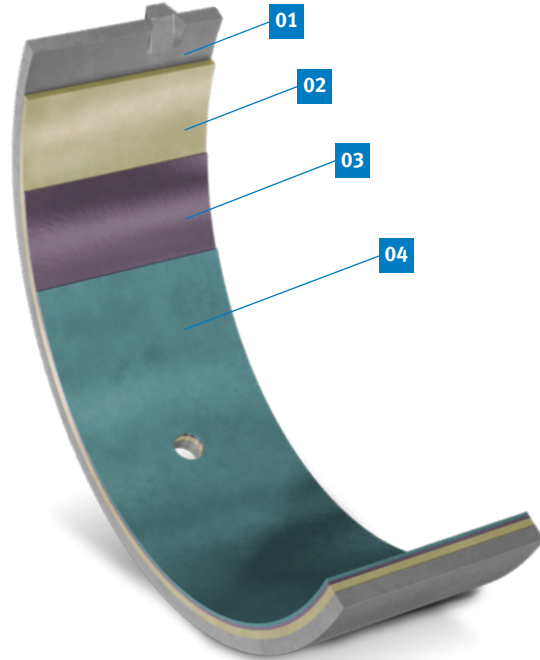
ÜÇ KATMANLI YATAKLAR

- Kaplama tabakalı sinterlenmiş / döküm çelik-bronz veya çelik-pirinç bileşik malzemeler
- Kaplama tabakalı çelik-alüminyum bileşik malzemeler

Üç katmanlı yatakların kaplama tabakası, kullanım alanına ve özel gereksinimlere bağlı olarak, ek bir kayma tabakası şeklinde püskürtme, galvanik ya da kaydırıcı lak kaplama olarak uygulanır. Yatak metali (alüminyum, bronz veya pirinç alaşımı), çelik sırt üzerine kaplanır, dökülür veya sinterlenir. Gerek duyulduğunda, difüzyon bariyeri olarak yatak malzemesi ile akış tabakası (kaplama) arasında nikel veya nikel alaşımından bir ara tabaka yerleştirilir.

Dolayısıyla, kaymalı yataklarda gereksinimlere bağlı olarak farklı malzemeler kullanılabilir. Çoğunlukla, daha yüksek yüke maruz kalan yatak kovanı için karşı taraftaki yatak kovanından farklı bir malzeme seçilir. Örneğin bir V tipi motorda, biyel yatak kovanları biyel çubuğu tarafında püskürtme kaplamalı bir yarım yatak kovanı, kapak tarafında ise kaplamasız bir çelik-alüminyum bileşik malzemedan yapılmış yarım yatak kovanı ile yapılır.

Yatak yapısının gösterimi



- 01 Çelik sırt
- 02 Yatak malzemesi
- 03 Ara tabaka (gerektiğinde)
- 04 Akış tabakası (kaplama)



Galvanik

Yatak malzemesi: Bronz
Ara tabaka
Aşınma tabakası: Galvanik



Kaydırıcı kaplama

Yatak malzemesi: Alüminyum veya bronz
Aşınma tabakası: Kaydırıcı kaplama



Havuz

Yatak malzemesi: Pirinç veya bronz
Ara tabaka (bronzda)
Aşınma tabakası: Havuz

1.5 HASAR DURUMUNDA KAYMALI YATAKLARIN SÖKÜLMESİ

Hasar durumunda yatak kovanlarının sökülmesinde dikkat edilmesi gerekenler:

- Yatak kovanları, hasarın gelişim sürecinin daha iyi anlaşılabilmesi için ana yatak yuvasındaki oturma ve konumlarına göre işaretlenmelidir. Çoğu zaman, yatakların görünümüne ek olarak oturma şekli de hasarın sebebi hakkında bilgi verir. Örneğin krank milinin eğilmesi durumunda, özellikle yatak yuvasındaki ilk ve son ana yataklar tek taraflı aşınma izleri gösterir.
- Çalışma koşulları (süre, yük türü) ve kullanılan yağ gibi diğer etkiler belgelenmelidir, böylece hasarın daha iyi değerlendirilmesi mümkün olur.
- Krank mili gibi diğer motor bileşenlerindeki olağan dışı durumlar da belgelenmelidir. Çoğu durumda, kaymalı yatağın karşı çalışan parçasında hasarlar görülür. Çoğu zaman yataktaki hasarlar da diğer motor bileşenlerindeki hasarların bir sonucudur.

- İleride analizlere yapılmasını sağlamak için; kullanılan yağdan bir numune alınmalı ve yağ filtresi saklanmalıdır. Parçacık kalıntıları tespit edilip analiz edilebilir ve bu da olası hasar nedenleri hakkında bilgi verebilir.
- Motor civatalarının sökülmesi için gereken tork değerleri belgelenmelidir. Civatalar doğru tork ile sıkılmamışsa yatak kovani ile gövde deliği arasında bağıl hareketler meydana gelebilir.



Civataları üretici talimatlarına uygun şekilde sıkın



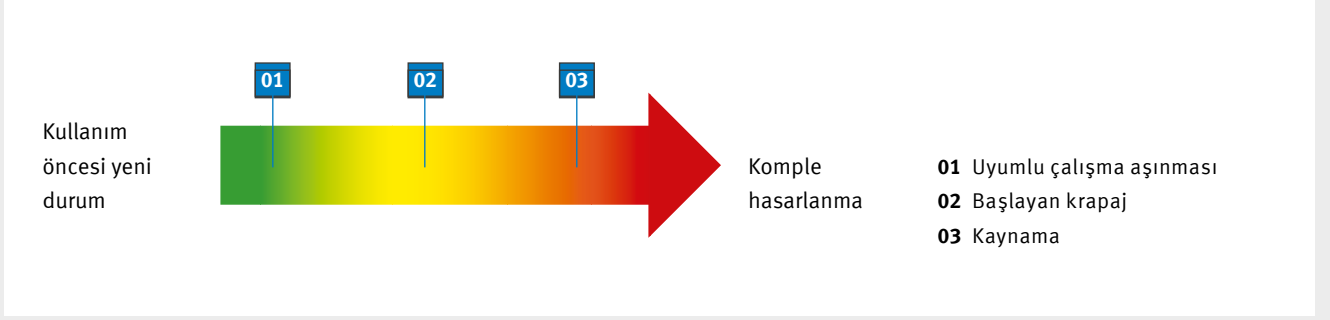
Yatakların oturma ve konumunu belgeleyin



Eski ve yeni kaymalı yatakların karşılaştırılması

2. KARMA SÜRTÜNMEDEN KAYNAKLANAN AŞINMA

2.1 GİRİŞ



"Aşınma, katı bir cismin yüzeyinden mekanik nedenlerle, yani katı, sıvı veya gaz halindeki bir karşı cisimle temas ve bağlı hareket sonucunda meydana gelen ilerleyici malzeme kaybıdır" (DIN 50320).

Yatak kovanlarında aşınma, yatak ile şaft muylusu arasındaki karma sürtünmeden kaynaklanan metalik temas sonucu oluşur.

Bu durum motor her çalıştırıldığında ve durdurulduğunda meydana gelebilir. Kullanılan yataklar, durma hali ile şaftın kopma devri arasında karma sürtünme bölgesinde çalışır. Bu bölgede, yağ filminin taşıma kapasitesi kayma yüzeylerini tamamen birbirinden ayırmaya her zaman yeterli olmaz (bkz. bölüm: "1.3 Kaymalı yatakların fonksiyonları"). Bu nedenle, özellikle otomatik başlatma-durdurma sistemli araçlarda aşınmaya dirençli malzemeler önemli bir rol oynar. Düşük devirlerde ve yüksek yük altında, sıvı sürtünmesine ulaşamaması ve yatağın aşınması da söz konusu olabilir. Montaj hatalarından kaynaklanan geometrik sapmalar veya muylu ile yatak yuvasındaki deformasyonlar da aşınmaya yol açabilir.

Bir yatağın ilk çalışma saatlerinde, kayma yüzeyleri arasında bir uyum sağlama süreci gerçekleşir. Bu süreçte, pürüzlülük tepeleri düzeltilir ve pürüzlülük profili dengelenir. Bu uyumlu çalışma aşınması istenen bir durum olarak kabul edilir ve yatağın işlevselliğinde herhangi bir bozulmaya yol açmaz. Karma sürtünme etkisinin yoğunlaşmasıyla birlikte, normal uyumlu çalışma aşınması başlayan krapaj üzerinden kaynamaya dönüşerek tam bir hasara yol açar.

2.2 UYUMLU ÇALIŞMA AŞINMASI

AÇIKLAMA

- Ana yük aralığında parlak, düzgün taşıma izleri
- Yumuşak başlatma ve salma
- Yatağın işleme yapısı hala görülebilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme (kaplamasız)

Yatak ortasında parlak bir aşınma şeridi görülebilirken, açıkta kalan bölgede ve yatak kenarlarında herhangi bir çalışma izi görülmemektedir. Yatağın işleme yapısı burada da görülmektedir.

DEĞERLENDİRME

Bir yatağın ilk çalışma saatlerinde, yatak ve şaft muylusu arasındaki temasla, pürüzlülük tepeleri düzleştirilir ve pürüzlülük profili karışık sürtünme bölgesinde dengelenir. Aşınma esas olarak yatağın ana yük bölgesinde veya makroskopik şekil sapmalarının bulunduğu yerlerde ortaya çıkar (bkz. Bölüm "2.5 Özel durumlar").

Uyumlu çalışma aşınması arzu edilen bir durumdur ve bu nedenle yatağın bir hasarı olarak değerlendirilmez.

BİLGİ

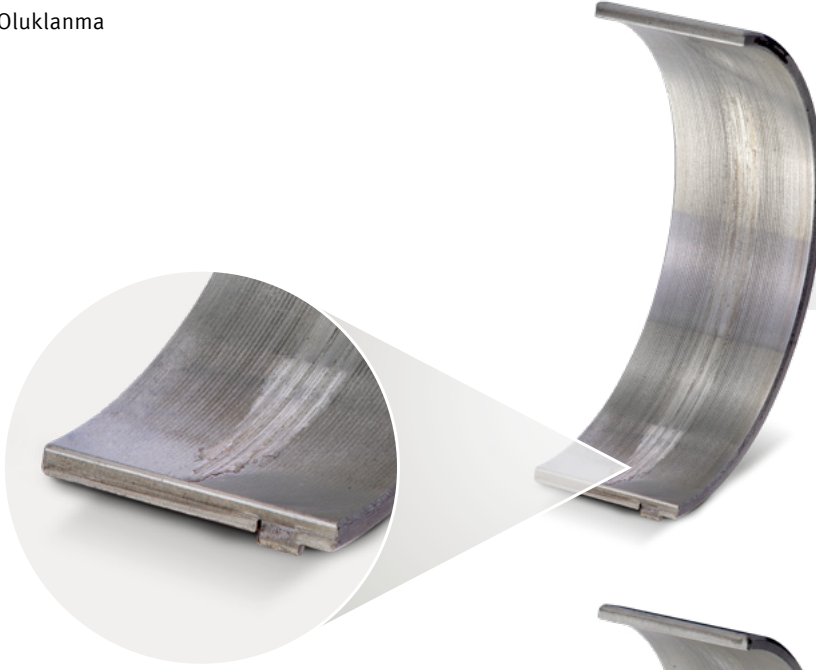
Yatağın işlevi etkilenmemiştir.

Ancak örneğin sürekli bir hiza ve şekil hatası nedeniyle uyumlu çalışma aşınmasının şiddetlenmesi halinde başlayan krapaj, kaynama veya yorulma hasarlarına yol açabilir.

2.3 BAŞLAYAN KRAPAJ

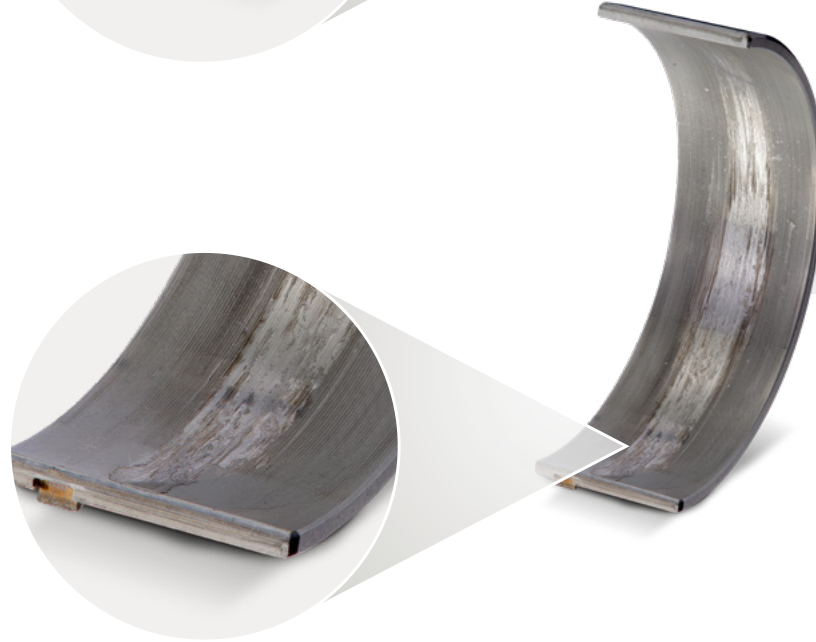
AÇIKLAMA

- Özellikle ana yük bölgesinde parlak, düzgün karışık sürtünme izleri
- Akış tabakası veya kayma tabakası kaymaları serbestleme bölgesine kadar, çoğunlukla dönme yönünde dil şeklinde
- Oluklanma



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovani, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak ortasında, oluklanma oluşumuyla birlikte belirgin parlak bir karışık sürtünme izi görülebilmektedir. Taşıma izi açıktaki bölgeye kadar kaymaktadır.



Biyel çubuğu tarafındaki biyel yatağı kovani, çelik-pirinç bileşik malzeme, püskürtme kaplamalı

Kısmen oluklanma oluşumuyla birlikte parlak bir karışık sürtünme izi görülebilmektedir. Püskürtme tabakası açıktaki bölgeye kadar kaymıştır. Püskürtme tabakasında zaten kaynama bulunan bölge erimiştir.

DEĞERLENDİRME

Başlayan krapaj, karışık sürtünme etkisi şiddetlendiğinde başlangıç izlerinden gelişebilir. Bu durum geçici ise düzeltilebilir ve yatağın işlevselliği daha fazla kısıtlanmaz. Bunu değerlendirmek ise oldukça zordur.

Karışık sürtünme durumu kalıcı hale gelirse başlayan krapaj sertleşir ve şaft muylusunda oluklanma meydana gelebilir. Sonuç olarak etkilenen yatak kovanlarında kaynama meydana gelir ve yatak kovanı termal yük nedeniyle şaft muylusu ile kaynaklanır.

OLASI SEBEPLERİ

- Yağ delikleri açıkta değil: Bunun nedeni, yatak kovanlarının hatalı montajı veya yağ deliklerinin tıkanması olabilir. Tıkanma genellikle biyolojik yakıtların kullanılması durumunda ortaya çıkar
- Yağlayıcı aralığı çok dar: bu nedenle taşıyıcı bir yağ filmi oluşamaz. Sebep: Şaft veya muyludaki şekil ve geometrik sapmalar ya da krank milinin eğilmesi
- Yağlayıcı aralığı çok geniş: taşıyıcı yağlama tabakasının oluşumu için gerekli hidrodinamik basınca ulaşamaz
- Yağ seviyesi veya yağ basıncı çok düşük
- Tıkanmış yağ filtresi
- Arızalı yağ pompası
- Yağ hatlarında sızıntı
- Yatakların aşırı yüklenmesi: Öngörülenden daha yüksek zorlanma. Nedenler: örneğin çip ayarı veya piston kaynaması
- Parçacık etkisi: Parçacıklar yatak aralığına girerek şaft muylusu ve yatakta başlayan krapaja yol açar. Gömülme veya oluklanma oluşumunda kenarlar kabarıyor. Sonuç: aşırı artmış karışık sürtünme

ÇÖZÜMÜ

Başlayan krapaj, yatak kaynamasına dönüşebilir. Bu nedenle, yatakların değiştirilmesi ve sebebin giderilmesi önemlidir:

- Tüm yağ deliklerinin açık olup olmadığını ve herhangi bir tıkanıklık bulunmadığını kontrol etmek
- Gerçek yatak boşluğunu kontrol etmek; tolerans aralığında değilse genellikle şekil ve geometri hataları sebep olur (bkz. Bölüm "2.5 Özel durumlar")
- Yağ filtresinin işlevselliğini kontrol etmek ve yağ filtresi ile yağı daima üretici talimatlarına uygun olarak değiştirmek
- Yağ seviyesini ve yağ basıncını kontrol etmek ve gerekirse yeniden ayarlamak
- Yağ pompasının düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol etmek
- Yağ hatlarında sızıntı olup olmadığını kontrol etmek
- Her bir yataktaki yükü kontrol etmek
- Tüm yatak setini parçacık gömme veya puanlama açısından inceleyin: Varsa partikül etkisi sürtünme izleri oluşumuna yol açmış olabilir (bkz. bölüm: "3. Parçacık etkisiyle oluşan hasarlar")

2.4 KAYNAMA

AÇIKLAMA

- Yırtılmış malzeme bölgeleri
- Şiddetli oluklanma ve deformasyon
- Açığa çıkma ile birlikte pürüzlenme ve yarıлма
- Kaynamamış komşu yatak kovanlarıyla karşılaştırıldığında, yalnız gözle görülebilen boyut daralması
- Aşırı ısınma belirtileri. Yatak malzemesindeki erimeler ve renk değişimleri, genellikle kaynama ile birlikte ortaya çıkabilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak malzemesinin, yatak kenarının ötesine taşacak şekilde erimesi ve yer değiştirmesi ile birlikte, kopmuş malzemeler ve parçalanmış bir yüzey söz konusudur.

DEĞERLENDİRME

Şiddetli karışık sürtünme bölgelerindeki yüksek sıcaklıklar, muylu ile yatak arasında yerel kaynaklanmalara yol açar. Bu kaynaklanmalar yeniden kopar ve krank miline kıyasla daha yumuşak olan yatak malzemesi kopar. Bunun nedeni akut yağlayıcı eksikliğidir. Bunun sonucunda oluşan sıcaklık artışı

aşırı ısınma hasarlarına yol açar; bu, yatak kaynaklarıyla birlikte sık görülen bir belirtidir. Yağlama devresine karışan aşınma artıkları, komşu yataklarda parçacık etkisi veya başlayan krapaj kaynaklı hasarlara yol açabilir.

Bir yatak kaynamasının ön evreleri başlayan krapajlardır.

OLASI SEBEPLERİ

- Yağ delikleri açıkta değil: Bunun nedeni, yatak kovanlarının hatalı montajı veya yağ deliklerinin tıkanması olabilir. Tıkanma genellikle biyolojik yakıtların kullanılması durumunda ortaya çıkar
- Yağlayıcı aralığı çok dar: bu nedenle taşıyıcı bir yağ filmi oluşamaz. Sebep: Şaft veya muyludaki şekil ve geometrik sapmalar ya da krank milinin eğilmesi
- Yağlayıcı aralığı çok geniş: taşıyıcı yağlama tabakasının oluşumu için gerekli hidrodinamik basınca ulaşamaz
- Yağ seviyesi veya yağ basıncı çok düşük
- Tıkanmış yağ filtresi
- Arızalı yağ pompası
- Yağ hatlarında sızıntı
- Yatakların aşırı yüklenmesi: Öngörülenden daha yüksek zorlanma. Nedenler: örneğin çip ayarı veya piston kaynaması
- Parçacık etkisi: Parçacıklar yatak aralığına girerek şaft muylusu ve yatakta başlayan krapaja yol açar. Gömülme veya oluklanma oluşumunda kenarlar kabarrır. Sonuç: aşırı artmış karışık sürtünme






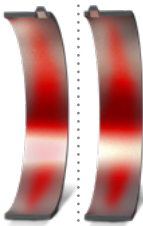
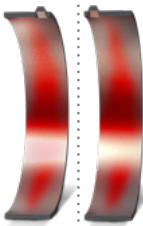
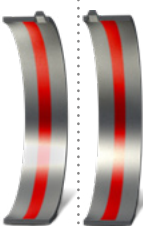
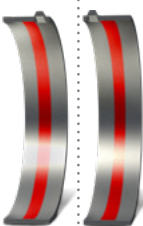

ÇÖZÜMÜ



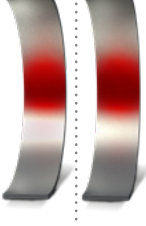

Kaynamalar, en ağır yatak hasarları arasında yer alır. Yatak tahrip olmuştur ve değiştirilmesi gerekir. Yatak kullanılmaya devam edilirse diğer motor bileşenleri de hasar görebilir.

- Tüm yağ deliklerinin açık olup olmadığını ve herhangi bir tıkanıklık bulunmadığını kontrol etmek
- Gerçek yatak boşluğunu kontrol etmek; tolerans aralığında değilse genellikle şekil ve geometri hataları sebep olur (bkz. Bölüm "2.5 Özel durumlar")
- Yağ filtresinin işlevselliğini kontrol etmek ve yağ filtresi ile yağı daima üretici talimatlarına uygun olarak değiştirmek
- Yağ seviyesini ve yağ basıncını kontrol etmek ve gerekirse yeniden ayarlamak
- Yağ pompasının düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol etmek
- Yağ hatlarında sızıntı olup olmadığını kontrol etmek
- Her bir yataktaki yükü kontrol etmek
- Tüm yatak takımını parçacık gömülmeleri veya oluklanmalar açısından incelemek: bu durum mevcutsa parçacık etkisi muhtemelen başlayan krapaj oluşumuna yol açmıştır (bkz. Bölüm: "3. Parçacık etkisiyle oluşan hasarlar")

2.5 ÖZEL DURUMLAR

Bazı durumlarda yatak kovanları özel bir taşıma izi gösterir. Aşağıdaki hasar piktogramları yardımıyla, olası bir hasar görünümü bir hasar türüne atanabilir.

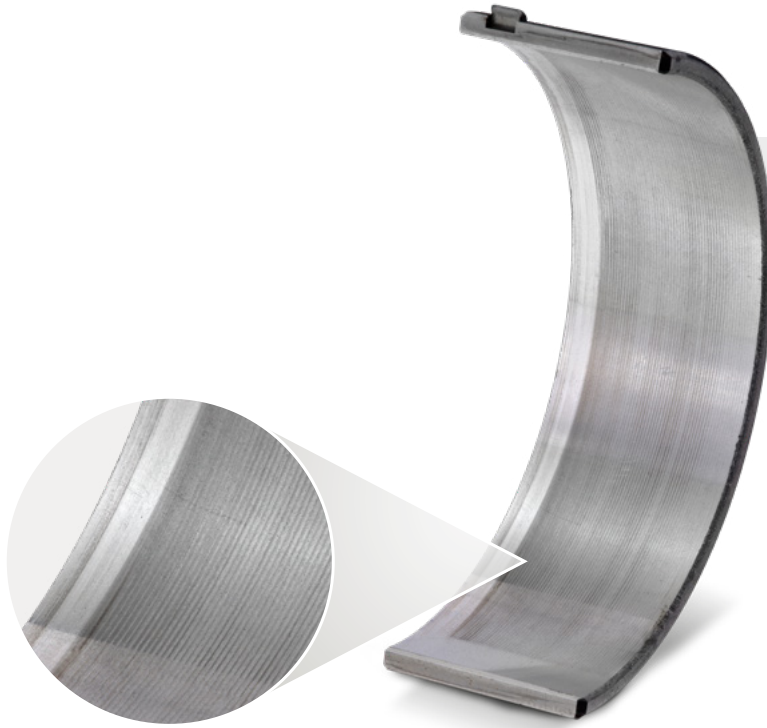
Alt Yatak kovanı	Üst Yatak kovanı	Bölüm
		2.5.1 Tek taraflı kenar aşınması <ul style="list-style-type: none">• Üst ve alt yatak kovanında her biri aynı tarafta
		2.5.2 Tek taraflı-karşılıklı kenar aşınması <ul style="list-style-type: none">• Üst ve alt yatak kovanında çapraz konumlandırılmış• Farklı bölgeler farklı derecelerde etkilenebilir
		2.5.3 Çift taraflı kenar aşınması <ul style="list-style-type: none">• Üst ve alt yatak kovanında her iki tarafta da
		2.5.4 Yatak ortasında geniş aşınma izi <ul style="list-style-type: none">• Üst ve alt yatak kovanında genellikle eşit derecede belirgin• Ana yatak kovanlarında, üst yatak kovanında yağ kanalından dolayı belirgin bir aşınma izi bulunmaz
		2.5.5 Yatak ortasında şerit biçimli aşınma <ul style="list-style-type: none">• Üst ve alt yatak kovanında genellikle eşit derecede belirgin• Yağ kanallı üst ana yatak kovanlarında belirgin bir aşınma izi yoktur

Alt Yatak kovanı	Üst Yatak kovanı	Bölüm
		2.5.6 Ayrırma yüzeylerinin karşılıklı bölgelerinde aşınma
		2.5.7 Ayrırma yüzeylerinin her iki tarafında aşınma
		2.5.8 Yatak kovasının başındaki dar aşınma bölgeleri
		2.5.9 Yatak kenarlarındaki aşınmamış dar şeritler <ul style="list-style-type: none">• tek taraflı veya çift taraflı olarak ortaya çıkabilir

2.5.1 TEK TARAFLI KENAR AŞINMASI

AÇIKLAMA

- Yatağın kenarında tek taraflı parlak, açık renkli bir aşınma şeridi
- Kenar temas bölgesinde: Ağır vakalarda malzemede yorulma belirtileri veya başlayan krapaj görülebilir
- Yatak sırtındaki kenar desteği bölgesinde, termik yüklenme veya koklaşma nedeniyle renk solmaları gibi aşırı ısınma belirtileri



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Tek taraflı aşınmış yatak kenarı görülebilir. Aşınma, uyumlu çalışma aşınması şeklinde ortaya çıkar. Yatağın işlevi etkilenmemiştir.

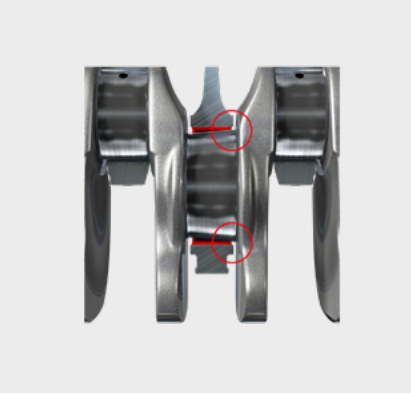
DEĞERLENDİRME

Yatak kenarındaki yağlama maddesi boşluğu çok yetersiz kalır ve bunun sonucunda yağlama tabakası taşıma özelliğini tam olarak yerine getiremez ve bazı noktalarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar. Sonuç olarak yatak sırtında koyu renk solmaları gibi aşırı ısınma hasarları oluşabilir. Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde

tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur. Yatak kenarlarındaki aşınmanın şiddetine bağlı olarak, bu durum kesinlikle olağan kabul edilebilir. Çalışma sırasında krank mili bir eğilmeye maruz kalır ve bu durum özellikle dıştaki ana yatakları etkiler. Buna bağlı olarak, dış yataklar daha belirgin bir kenar temasına sahiptir.

OLASI SEBEPLERİ

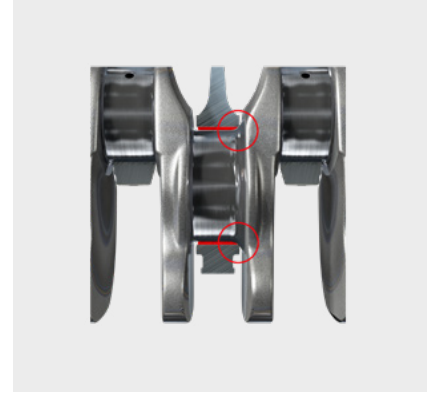
- Konik taşlanmış muylu (Şek. 1)
- Konik yatak deliği (Şek. 2)
- Bir tarafta fazla büyük yuvarlatma yarıçapı (Şek. 3)
- Krank milinin eğilmesi: Krank mili, montaj sırasında dengelenmemiş ya da çalışma sırasında mekanik zorlanma nedeniyle deformasyona uğramıştır
- Motorun montajı sırasında civataların hatalı sıkma torkları nedeniyle veya çalışma esnasında sıcaklık artışından kaynaklanan ana yatak yuvasının aşırı deformasyonu sonucu eksenel hizası bozuk yatak deliği
- Eksenel kovan kayması



Şek. 1: Konik taşlanmış muylu



Şek. 2: Konik yatak deliği



Şek. 3: Bir tarafta fazla büyük yuvarlatma yarıçapı

ÇÖZÜMÜ

Kenar aşınması olan yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir.

Birkaç çalışma saatinden sonra bu hasar belirtisi çok daha yoğun hale gelirse, nedenin belirlenmesine yönelik önlemlerin alınması gerekir:

- Krank mili geometrisinin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, dalgalılık, yüzey pürüzlülüğü
- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalı ve mildeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Ana yatak deliğinin hizalanması (kaçıklığı) kontrol edilmelidir: Bir motorun toplanması sırasında civatalar için öngörülen sıkma torklarına ve sıkma sıralamasına her zaman dikkat edilmelidir - çalışma sırasında motorun yeterince soğutulması gerekir, aksi halde çok yüksek sıcaklıklar nedeniyle bozulmalar oluşabilir
- Monte edilmeden önce biyel çubuklarının açışallığı kontrol edilmelidir

2.5.2 TEK TARAFLI KARŞILIKLI KENAR AŞINMASI

AÇIKLAMA

- Parlak, açık renk aşınma şeritleri, üst ve alt kovanda tek taraflı olarak karşılıklı
- Kenar desteği bölgesinde: Malzemede yorulma belirtileri ve krapaj başlangıcı görülebilir
- Yatak sırtındaki kenar desteği bölgesinde, termik yüklenme veya kokuşma nedeniyle renk solmaları gibi aşırı ısınma belirtileri görülebilir



Biyel çubuğu tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-pirinç bileşik malzeme, püskürtme kaplamalı



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Çapraz kayan taşıma izi görülebilir. Yatak kenarındaki aşınmanın şiddeti, farklı bölgelerde farklı yoğunluktadır. Yatağın işlevi etkilenmemiştir.

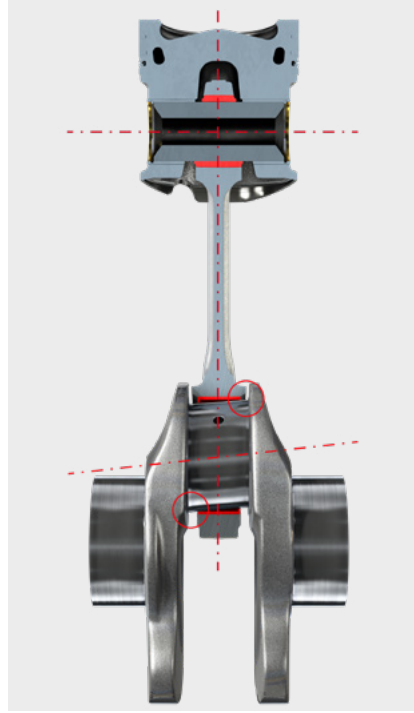
DEĞERLENDİRME

Yatak kenarındaki yağlama maddesi boşluğu çok yetersiz kalır ve bunun sonucunda yağlama tabakası taşıma özelliğini tam olarak yerine getiremez ve bazı noktalarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar. Sonuç olarak yatak sırtında koyu renk solmaları gibi aşırı ısınma hasarları oluşabilir. Sıcaklık

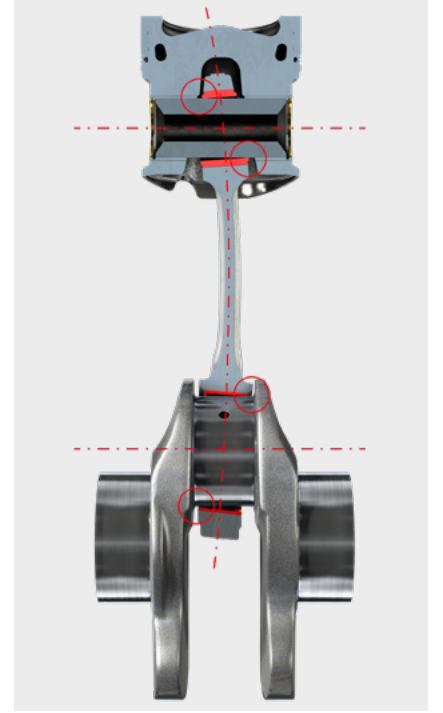
seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur.

OLASI SEBEPLERİ

- Muyluda veya gövdede kaçıklık hatası (Şek. 1)
- Milde hatalı yuvarlaklaşma yarıçapları
- Biyel çubuğunda "sallanma" (yamulmuş veya hasarlanmış) (Şek. 2)
- Krank karterinde deformasyon



Şek. 1: Kaçıklık hatası



Şek. 2: Biyel çubuğunun "sallanması"

ÇÖZÜMÜ

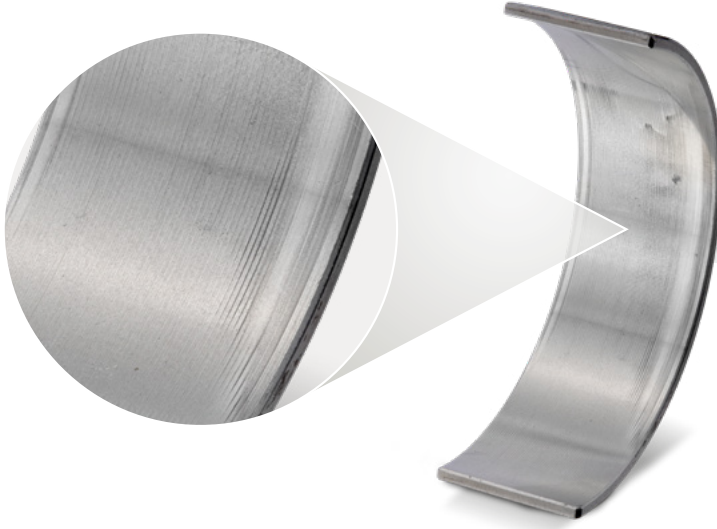
Kenar aşınması olan yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir. Birkaç çalışma saatinden sonra bu hasar belirtisi çok daha yoğun hale gelirse, nedenin belirlenmesine yönelik önlemlerin alınması gerekir:

- Krank mili geometrisinin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, dalgalılık, yüzey pürüzlülüğü
- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalı ve mildeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Ana yatak deliğinin hizalanması (kaçıklığı) kontrol edilmelidir: Bir motorun toplanması sırasında civatalar için öngörülen sıkma torklarına ve sıkma sıralamasına her zaman dikkat edilmelidir - çalışma sırasında motorun yeterince soğutulması gerekir, aksi halde çok yüksek sıcaklıklar nedeniyle bozulmalar oluşabilir
- Monte edilmeden önce biyel çubuklarının açışallığı kontrol edilmelidir

2.5.3 ÇİFT TARAFLI KENAR AŞINMASI

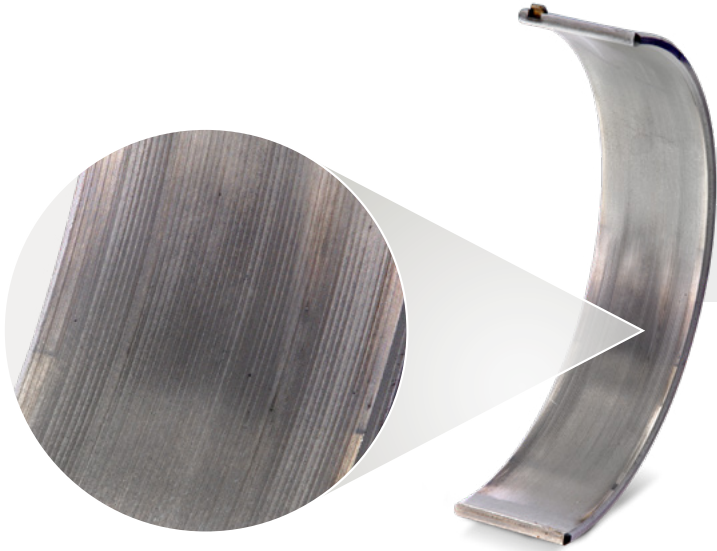
AÇIKLAMA

- Parlak, açık renkli aşınma şeridi: yatak kenarlarının her iki tarafında
- Kenar desteği bölgesinde: Malzemede yorulma belirtileri ve krapaj başlangıcı görülebilir
- Yatak sırtındaki kenar desteği bölgesinde, termik yüklenme veya koklaşma nedeniyle renk solmaları gibi aşırı ısınma belirtileri görülebilir



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatağın her iki kenarında başlangıç aşamasında kenar yüklenmesi: uyumlu çalışma aşınması şeklinde aşınma.



Biyel çubuğu tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-pirinç bileşik malzeme, püskürtme kaplamalı

Yatağın her iki kenarında başlangıç aşamasında kenar yüklenmesi: uyumlu çalışma aşınması şeklinde aşınma.

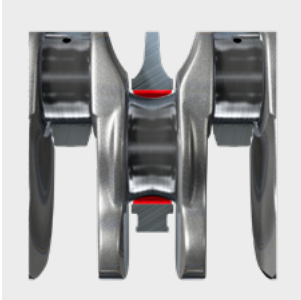
DEĞERLENDİRME

Yatak kenarındaki yağlama maddesi boşluğu çok yetersiz kalır ve bunun sonucunda yağlama tabakası taşıma özelliğini tam olarak yerine getiremez ve bazı noktalarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar. Sonuç olarak yatak sırtında koyu renk solmaları gibi aşırı ısınma hasarları oluşabilir. Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz

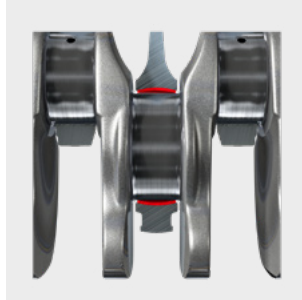
kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu bu bölgede yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur. Yatağın her iki kenarında yüklenme, genellikle bir yatağın ana yük bölgesinde çok sık görülür. Bu durum, aşınmanın şiddetine bağlı olarak normal kabul edilir ve herhangi bir fonksiyon bozukluğu oluşturmaz.

OLASI SEBEPLERİ

- Konkav muylu şekli (Şek. 1)
- Konkav yatak deliği (Şek. 2)
- Yatak muylusu ile krank kolu arasındaki yuvarlatma yarıçapının çok büyük olması (Şek. 3)
- Boşluğun çok büyük olması, biyel çubuğunda "sallanma"
- Eğik taşlanmış muylu (Şek. 4)



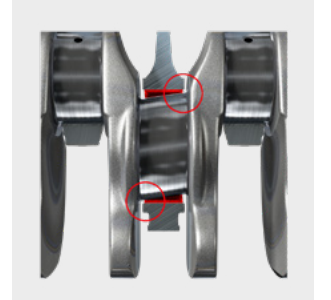
Şek. 1: Konkav muylu şekli



Şek. 2: Konkav yatak deliği



Şek. 3: Aşırı büyük yuvarlatma yarıçapı



Şek. 4: Muylunun eğik taşlanmış olması

ÇÖZÜMÜ

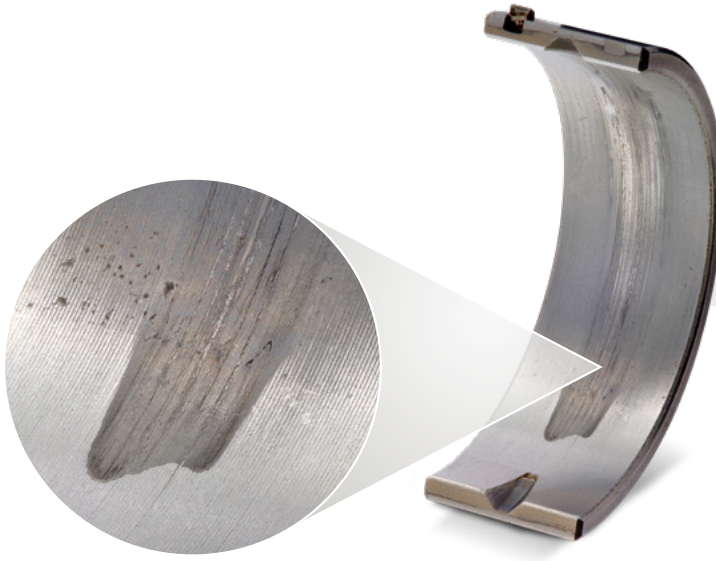
Kenar aşınması olan yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir. Birkaç çalışma saatinden sonra bu hasar belirtisi çok daha yoğun hale gelirse, nedenin belirlenmesine yönelik önlemlerin alınması gerekir:

- Krank mili geometrisinin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, dalgalılık, yüzey pürüzlülüğü
- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalı ve mildeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Ana yatak deliğinin hizalanması (kaçıklığı) kontrol edilmelidir: Bir motorun toplanması sırasında civatalar için öngörülen sıkma torklarına ve sıkma sıralamasına her zaman dikkat edilmelidir - çalışma sırasında motorun yeterince soğutulması gerekir, aksi halde çok yüksek sıcaklıklar nedeniyle bozulmalar oluşabilir
- Monte edilmeden önce biyel çubuklarının açışallığı kontrol edilmelidir

2.5.4 YATAK ORTASINDA ÇEVRESEL YÖNDE GENİŞ AŞINMA İZİ

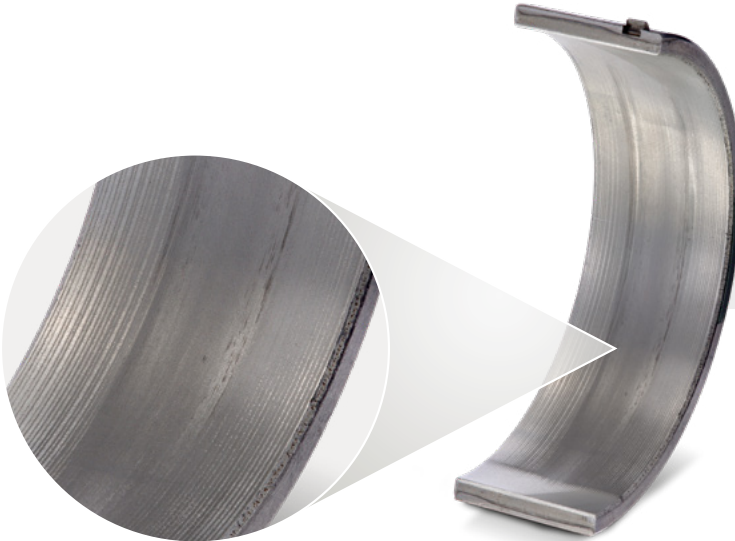
AÇIKLAMA

- Yatak orta noktasında çevresel yönde yoğun aşınma izi
- Yatak kenarlarında daha az aşınma
- Çevresel yönde bölgesel malzeme kaymaları
- Ciddi durumlarda: Malzemede yorulma hasarları ve krapaj başlangıcı görülebilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak ortasında, açıktaki bölgeye doğru uzanan belirgin aşınma izleri görülmektedir. Bunlar, akış tabakasında artık belirgin şekilde başlayan krapaj olarak ortaya çıkmıştır.



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Burada, yatak ortasında açıktaki bölgeye doğru uzanan daha belirgin bir yüklenme izi görülmektedir. Şekil itibarıyla yüklenme izi hâlen bir uyumlu çalışma aşınmasına karşılık gelmektedir.

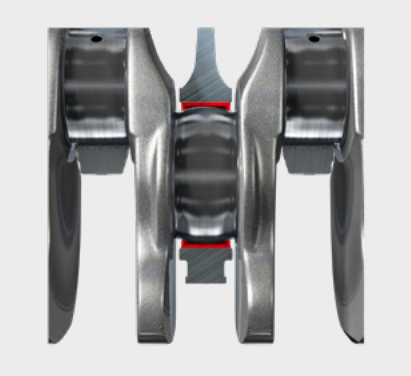
DEĞERLENDİRME

Yatak ortasındaki yağlama maddesi boşluğu çok yetersiz kalır ve bunun sonucunda yağlama tabakası taşıma özelliğini tam olarak yerine getiremez ve bazı noktalarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar.

Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur. Bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu bu bölgede yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur.

OLASI SEBEPLERİ

- Aşırı konveks mıyılı şekli (Şek. 1)
- Konveks yatak deliği (Şek. 2)
- Yağlama maddesi yetersizliği



Şek. 1: Aşırı konveks mıyılı şekli



Şek. 2: Yatak deliğinin konveks olması

ÇÖZÜMÜ

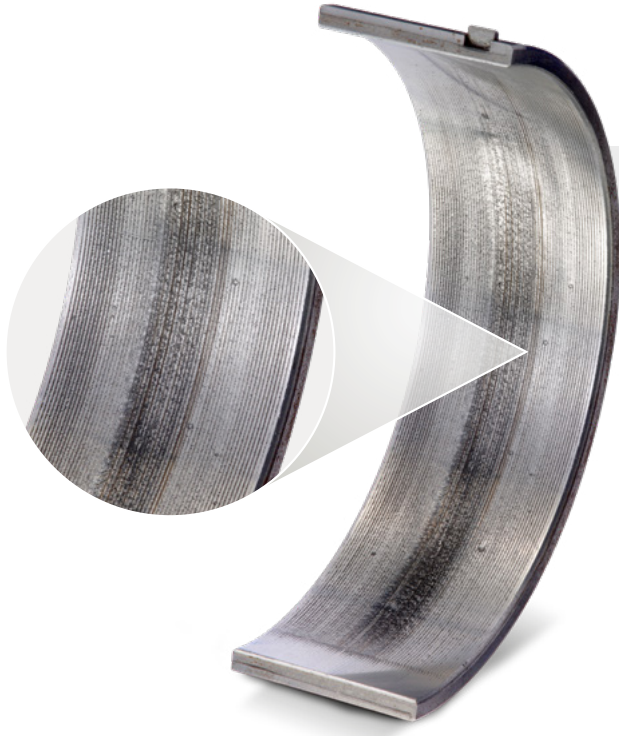
Yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir. Krapaj başlangıçları oluşur oluşmaz veya malzeme yorulması belirtileri görülür görülmez, yataklar değiştirilmeli ve nedenin belirlenmesine yönelik önlemler alınmalıdır:

- Krank mili geometrisinin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, dalgalılık, yüzey pürüzlülüğü
- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalı ve mildeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Ana yatak deliğinin hizalanması (kaçıklığı) kontrol edilmelidir: Bir motorun toplanması sırasında civatalar için öngörülen sıkma torklarına ve sıkma sıralamasına her zaman dikkat edilmelidir - çalışma sırasında motorun yeterince soğutulması gerekir, aksi halde çok yüksek sıcaklıklar nedeniyle bozulmalar oluşabilir
- Monte edilmeden önce biyel çubuklarının açısallığı kontrol edilmelidir
- Yağlama maddesi sistemi kontrol edilmelidir (bkz. Bölüm: "2.3 Başlayan krapaj")

2.5.5 YATAK ORTASINDA ŞERİT BİÇİMLİ AŞINMA

AÇIKLAMA

- Yağ oluğunun devamı olarak yatak ortasında şerit şeklinde aşınma - her iki yatak kovanındaki kol yatakta, muyludaki yağ deliği bölgesinde
- Kısmen çevresel çizikler ile
- Yatak kenarlarında daha az aşınma
- Dar alanla sınırlı aşınma bölgesi
- Ciddi durumlarda: Malzemede yorulma hasarları ve krapaj başlangıcı görülebilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak ortasında keskin sınırlı şeritler görülmektedir. Bu, üst ana yatak kovanında bulunan yağ kanalının şekline karşılık gelmektedir. Aşınma izleri, uyumlu çalışma aşınması şeklinde ortaya çıkmaktadır.

DEĞERLENDİRME

Bu aşınma şekli, yağ deliğinin eksik olmasından veya yeterince yuvarlatılmamış olmasından (Şek. 1) kaynaklanabilir. Burada aşınma, ana yataklarda alt yatak kovanında veya kol yataklarda her iki yatak kovanında, muyludaki yağ deliği bölgesinde yoğun biçimde görülür.

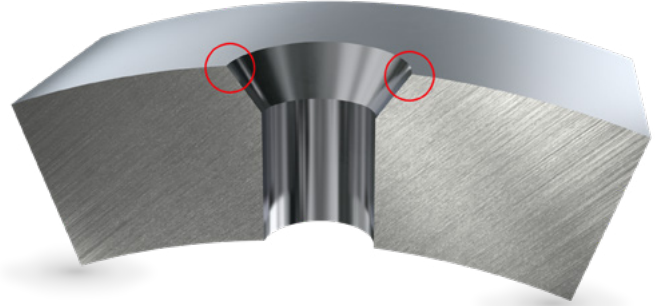
Aynı hasar belirtisine neden olabilecek ikinci bir durum da, tarak aşınması adı verilen aşınmadır (Şek. 2). Bu aşınmaya, yağ oluğu bölgesindeki hafif muylu aşınması neden olur. Yağ oluğu içinden

muylu ile yatak arasında bir metalik temas olmadığından, burada malzeme kalkması olmaz ve muyluda bir yükselme meydana gelir. Bu yükselme, yağ oluğu olmayan yatak kovanında şerit şeklinde bir aşınmaya neden olur.

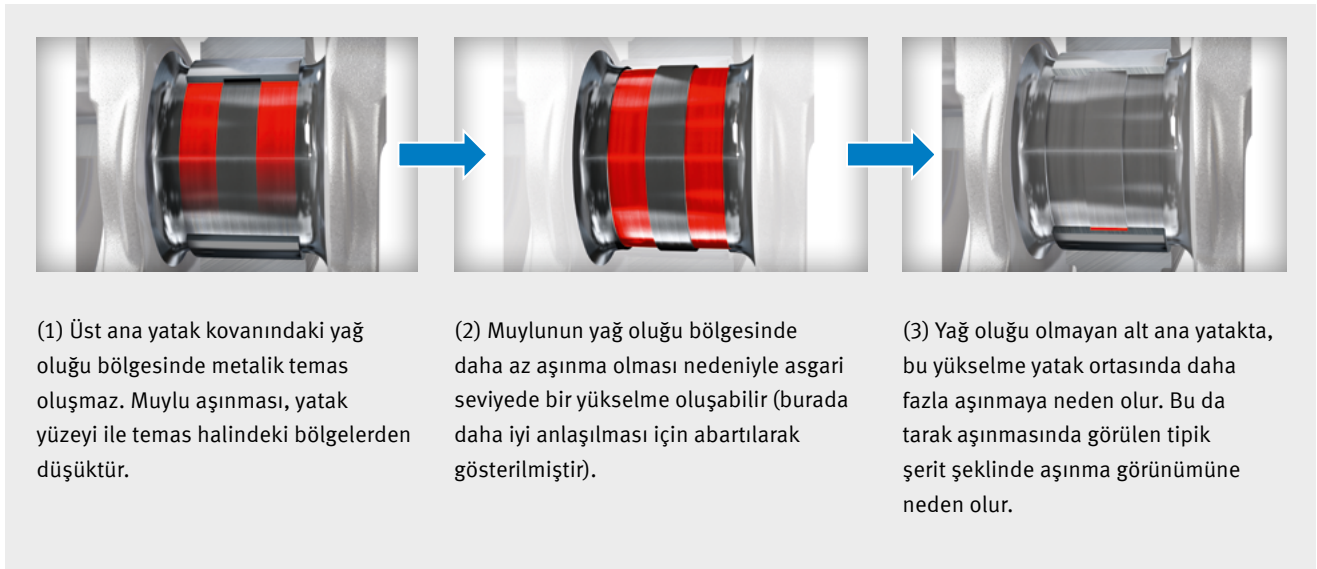
Her iki işlem de krapaj başlangıçlarına ve yorulma hasarlarına neden olabilir.

OLASI SEBEPLERİ

- Yağ deliğinde eksik veya yetersiz yuvarlaklık (Şek. 1)
- Yatak ve muylu için uygun olmayan bir malzeme eşleşmesi, muyluda yağ oluğu bölgesinde hafif bir aşınmaya neden olur (Şek. 2)



Şek. 1: Yağ deliğinde eksik veya yetersiz yuvarlaklık



Şek. 2: Yatak ve muylu arasındaki elverişsiz malzeme eşleşmeleri

ÇÖZÜMÜ

Yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir. Krapaj başlangıçları oluşur oluşmaz veya malzeme yorulması belirtileri görülür görülmez, yataklar değiştirilmeli ve nedenin belirlenmesine yönelik önlemler alınmalıdır:

- Yağ deliği çıkışı kontrol edilmeli ve yeniden işlenmelidir
- Yağ oluğu bölgesinde şaft muylusunda yükselme olup olmadığı kontrol edilmelidir
- Muylu ve yatak için malzeme çifti kontrol edilmelidir (mil / yatak sertliği)
- Muylunun pürüzlülüğü kontrol edilmelidir

2.5.6 AYIRMA YÜZEYLERİNİN KARŞILIKLI BÖLGELERİNDE AŞINMA

AÇIKLAMA

- Karşılıklı çapraz açıklıklar bölgesinde yoğun aşınma izleri
- Yatak kovanının tepesi fark edilir ölçüde daha az aşınmış
- Ciddi durumlarda: Malzemede yorulma hasarları ve krapaj başlangıcı görülebilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Açıktaki bölgede belirgin bir aşınma görülmektedir, buna karşın yatak tepe noktası belirgin şekilde daha az aşınmıştır.

DEĞERLENDİRME

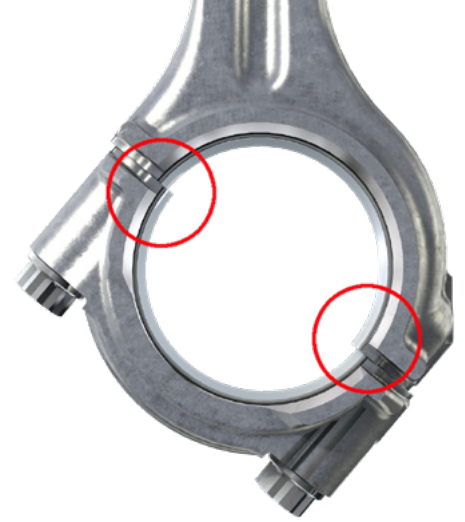
Yatak kovanları bu bölgede aşındıysa ciddi bir arıza söz konusudur. Oluşan aşınmanın nedeni, bir montaj hatası sonucunda yatak kovanlarının birbirlerine göre kaymaları olabilir. Kapak kaçağı nedeniyle yatak boşluğu bölgesel olarak çok yetersiz kalır ve bunun sonucunda yağlama tabakası taşıma özelliğini tam olarak yerine getiremez ve bazı noktalarda karışık sürtünme oluşur.

Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar.

Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur.

OLASI SEBEPLERİ

- Yanlış yatak kapağı monte edilmiş
- Yatak kapağı 180 derece bükülmüş olarak monte edilmiş
- Uygun olmayan alet veya yanlış bağlantı vidası kullanılmış
- Cıvatalar yanlış sıkma sıralamasıyla veya yanlış sıkma torkuyla sıkılmış



ÇÖZÜMÜ

Yatak bu bölgede bir taşıma özelliği gösterecek şekilde tasarlanmadığından yatak değiştirilmeli ve hatanın nedeni ortadan kaldırılmalıdır:

- Yatak kovanları ile silindirler arasındaki eşleştirmeye dikkat edilmelidir
- Uygun cıvatalar sadece uygun aletler kullanılarak monte edilmelidir
- Cıvata sıkma işlemleri, üretici belirtilimindeki sıkma torkları ve sıkma sıralaması dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir
- Temel delik kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey öngörülen belirli toleranslar dahilinde olmalıdır

2.5.7 AYIRMA YÜZEYLERİNİN HER İKİ TARAFINDA AŞINMA

AÇIKLAMA

- Üst ve alt kovandaki her iki açıklık bölgesinde yoğun aşınma izleri
- Yatak kovanlarının tepeleri fark edilir ölçüde daha az aşınmış
- Ciddi durumlarda: Malzemede yorulma hasarları ve krapaj başlangıcı görülebilir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Ayırma yüzeylerinin her iki tarafında da belirgin şekilde aşınma izleri görülmektedir. Yatak kovanının tepe noktası / ana yük bölgesi ise belirgin şekilde daha az aşınmıştır.

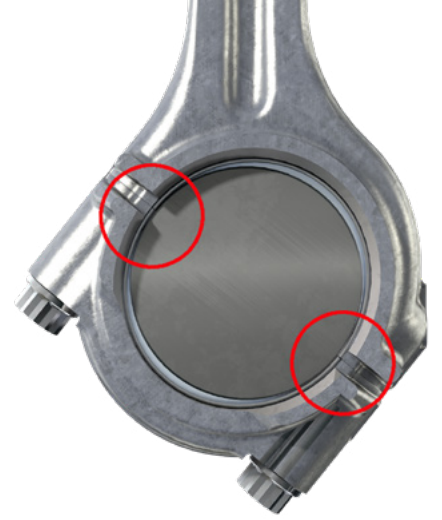
DEĞERLENDİRME

Yatak kovanları bu bölgede aşındıysa ciddi bir arıza söz konusudur. Görünümün nedeni, temel deliğin aşırı oval şekle sahip olması olabilir. Bu durumda ayırma yüzeyi bölgesindeki yatak boşluğu azalır, yağlama tabakası taşıyıcılık işlevini tamamen yerine getiremez ve açıklıklarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar.

Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu bu bölgede yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur.

OLASI SEBEPLERİ

- Termik veya mekanik yüklenme nedeniyle yatak deliğinde oval deformasyon
- Oval biyel yuvalı biyel çubuğu: Kullanılmış durumdaki biyel çubuğu gerekli yeniden işleme yapılmadan tekrar monte edilmiş
- Temel deliğin delinmesi sırasında hatalı civata sıkma



ÇÖZÜMÜ

- Yatak deliğindeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Temel delik kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey belirli toleranslar dahilinde olmalıdır - kullanılmış parçalar yeniden monte edilmeden önce gerekirse tekrar işlenmelidir
- Civata sıkma işlemleri, üretici belirtilerindeki sıkma torkları ve sıkma sıralaması dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir

2.5.8 YATAK KOVANININ BAŞINDAKİ DAR AŞINMA BÖLGELERİ

AÇIKLAMA

- Kovanın tepesinde dar aşınma izleri
- Ana yüklenmenin olduğu kovanda daha yoğun görülür
- Ciddi durumlarda: Malzemede yorulma hasarları ve krapaj başlangıcı görülebilir



Üst ana yatak kovanı, elik- alüminyum bileşik malzeme

Tepe bölgesinde uyumlu çalışma aşınması Şeklinde aşınma izleri görülmemektedir. Yatak alıŐma yüzeyinin geri kalan kısmında herhangi bir çalışma izi görülmemektedir.

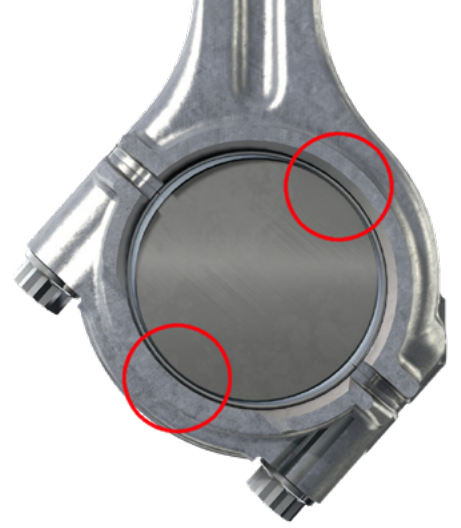
DEĞERLENDİRME

Görünümün nedeni, temel deliğin enine bir oval şekle sahip olmasıdır. Bu durumda tepedeki yatak boşluğu azalır, yağlama tabakası taşıyıcılık işlevini tamamen yerine getiremez ve belirli noktalarda karışık sürtünme oluşur. Yağlama maddesi yetersizliği devam ederse oluşan sürtünme ısıları nedeniyle sıcaklık da artar.

Sıcaklık seviyesinin artması, yağlama maddesinin daha da yetersiz kalmasına neden olur ve bu durum kendini daha da güçlü şekilde tekrar ederek öncelikle ilk krapajların başlamasına ve ardından da yüzeydeki baskının artması sonucu bu bölgede yorulma hasarlarının oluşmasına neden olur.

OLASI SEBEPLERİ

- Biyelin yerleştirilmesi veya gövde darbe yüzeyleri
- Temel deliğin delinmesi sırasında hatalı cıvata sıkma
- Biyelde aşırı basınç yüklenmesi



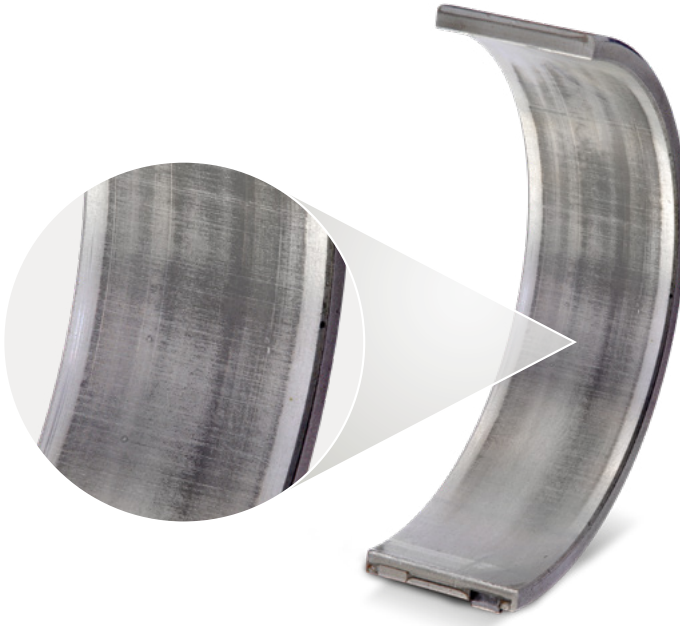
ÇÖZÜMÜ

- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Cıvata sıkma işlemleri, üretici belirtilimlerdeki sıkma torkları ve sıkma sıralaması dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir
- Biyeldeki yüklenme kontrol edilmelidir

2.5.9 YATAK KENARLARINDAKİ AŞINMAMIŞ DAR ŞERİTLER

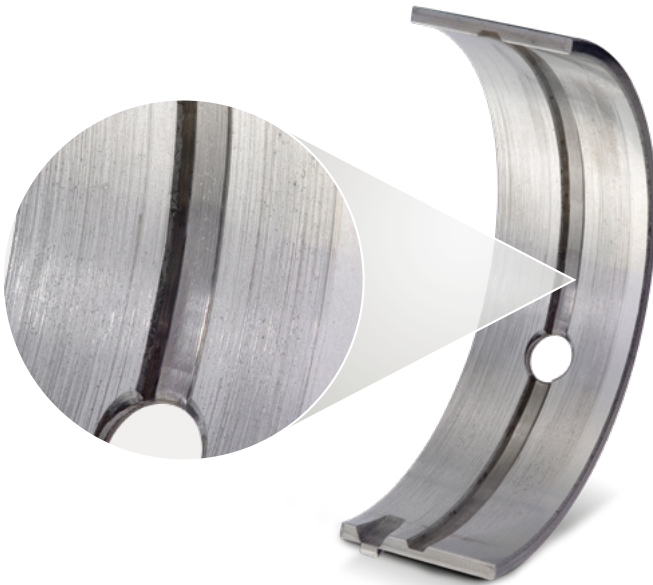
AÇIKLAMA

- Yatak kenarlarındaki aşınmamış dar şeritler
- Bu bölgede herhangi bir başlangıç izi görülmemektedir
- Bu bölgede üretimden kalan işleme yapısı hâlâ görülebilmektedir
- Aşınmasız şerit ile aşınmış bölge arasında belirgin bir sınır görülmektedir



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak kenarlarında, herhangi bir yüklenme izi olmadan iki aşınmasız şerit görülmektedir. Yatağın geri kalan kısmı hafif siyahımsı bir renk değişimi göstermektedir; bu durum korozyon veya aşınmanın olası bir sonucudur.

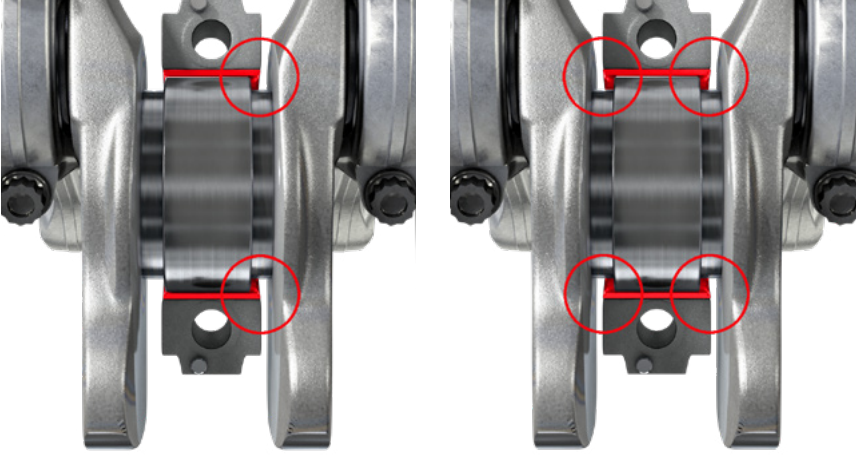


Üst ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yatak kenarında, herhangi bir yüklenme izi olmadan bir aşınmasız şerit görülmektedir. Yatağın geri kalan kısmında belirgin oluklanma görülmektedir.

DEĞERLENDİRME

Yatak kovanının tek taraflı (Şek. 1) veya çift taraflı (Şek. 2) aksenal çıkıntısı nedeniyle, yatak kenarlarında dar aşınmasız şeritler oluşur; bunlar tipik bir uyumlu çalışma aşınması da göstermez. Bu bölgelerde, muylunun devir sayısından bağımsız olarak hiçbir zaman metalik temas meydana gelmez.



Şek. 1: Tek taraflı aksenal çıkıntı

Şek. 2: Çift taraflı aksenal çıkıntı

OLASI SEBEPLERİ

- Muylunun geometrik sapması
- Yanlış yatak genişliği seçilmiş
- Montaj boşluğu (şaft / muylu kaçıklığı)

ÇÖZÜMÜ

Yataklar, aşınmanın ilerlemesine bağlı olarak kullanılmaya devam edebilir. Krapaj başlangıçları oluşur oluşmaz veya malzeme yorulması belirtileri görülür görülmez, yataklar değiştirilmeli ve nedenin belirlenmesine yönelik önlemler alınmalıdır:

- Montajdan önce krank milinin geometrisinin doğru olduğunu kontrol edin: Ölçü, yuvarlaklık
- Krank milini değiştirin veya krank mili geometrisine uygun yeni yataklar takın

3. PARÇACIK ETKİSİYLE OLUŞAN HASARLAR

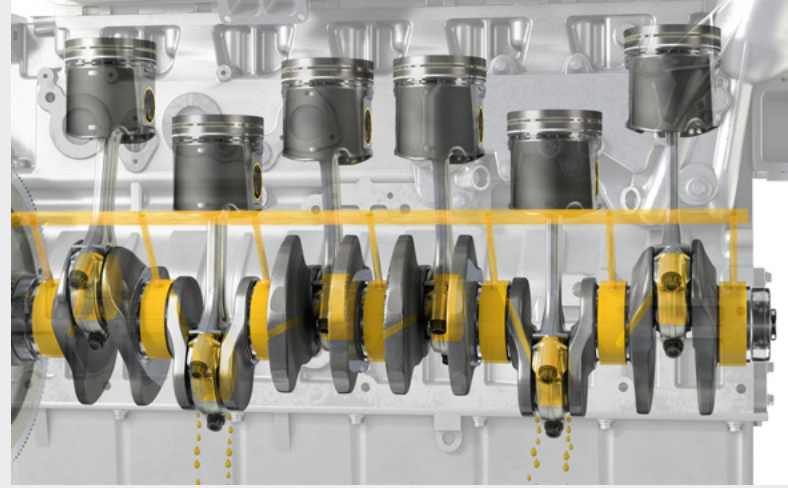
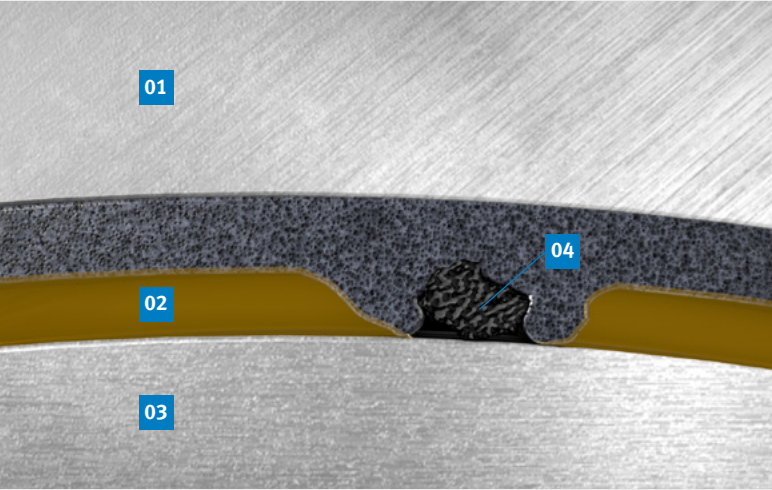
3.1 GİRİŞ

Yabancı parçacıklar yatak ile şaft muylusu arasındaki yağlama aralığına girdiğinde, yatak hasarı riski büyüktür. Çok ince yağlama tabakası kalınlıkları nedeniyle, küçük parçacıklar bile çalışmayı bozabilir ve karışık sürtünmeye yol açabilir. Bunlar kayma ya da akış tabakasına gömülerek böylece "zararsız" hâle getirilebilir. Bu sırada oluşan kabarık kenarlar, şaft ile temas ettiğinde düzleşir. Boyutu kayma veya akış tabakası kalınlığını aşan parçacıklar tamamen gömülemez. Dışarıda kalan kısım, şaft muylusunda oluklanma şeklinde aşınmaya yol açar. Belirgin şekilde oluşmuş oluklar, beklenen kullanım ömrünü azaltır ve yatak kaynamasını kolaylaştırabilir.

Parçacıklar, motor bloğuna daha üretim sırasında veya motorun onarımı esnasında girebilir ve orada tutunabilir. Bu durum, örneğin bir motor bloğunun kumlama veya cam püskürtme işlemi sırasında meydana gelebilir. Ancak kullanım sırasında da kir parçacıkları (örneğin kurum veya yağ kömürü) oluşabilir ya da sisteme girebilir.

Yağlama sisteminin yetersiz bakımı veya aşırı dış etkiler, kirin yağlama devresine girmesini de hızlandırır. Ayrıca hasarlı komşu yataklar veya diğer hasarlı motor bileşenleri de yağ devresine parçacıklar salabilir.

Genel olarak, parçacık etkisiyle oluşan hasar riski biyel yatağına kıyasla ana yatakta daha büyüktür. Biyel yatakları, krank milindeki delikler aracılığıyla ana yataklardan gelen yağ ile beslenir; bu nedenle yağ önce ana yataklardan geçer. Daha büyük parçacıklar zaten ana yatakta gömülür ve bu nedenle çoğunlukla biyel yatağına kadar ulaşmaz.



- 01 Çelik sırt
- 02 Yağlama tabakası
- 03 Mil
- 04 Parçacık

Parçacıkların kaynağı hakkında bilgi edinmek için yatağın analiz edilmesi ve yağdan numune alınması faydalı olabilir.

OLASI SEBEPLERİ

- Dikkatsiz veya yetersiz temizlikle yapılan hatalı montaj: motor bileşenlerinin montajı sırasında ihmal veya yetersiz temizlik nedeniyle kir motor bloğuna girebilir
- Üretim veya revizyon sonrasında kalan metal talaşları ya da püskürtme artıkları gibi kalıntılar motor bloğunda birikinti oluşturabilir ve bunlar çalışma sırasında çözülerek sisteme karışabilir; çoğu zaman, motor onarımı sırasında yeterince temizlenmemiş ek parçalar (örneğin yağ soğutucusu) da bu tür birikintilerin kaynağı olabilir
- Motor bölgesindeki contalarda hasar: bir conta aşırı yüklendiğinde veya montaj sırasında zarar gördüğünde, işlevini yerine getiremez ve parçacıklar içeri girebilir
- Yağlama sisteminin yetersiz bakımı: aşırı uzun bakım aralıkları veya tıkanmış yağ filtreleri, yağda kir birikimine yol açabilir
- Kavitasyon: Parçacıklar yatak malzemesinden koparılır ve yağ tarafından taşınır – bunlar, boyutlarına bağlı olarak, yatakta veya komşu yatakta oluklanmaya ya da ince gömülmelere yol açabilir
- Kaynama: kaynamış motor bileşenleri (pistonlar, yatak kovanları) yağlama devresine çok sayıda parçacık taşır ve bunlar da diğer bileşenlerde hasara yol açabilir
- Yorulma hasarları: motor bileşenlerinde malzeme kopmaları meydana gelirse kopan malzeme yağ aracılığıyla yataklara taşınabilir ve burada hasara neden olabilir

ÇÖZÜMÜ

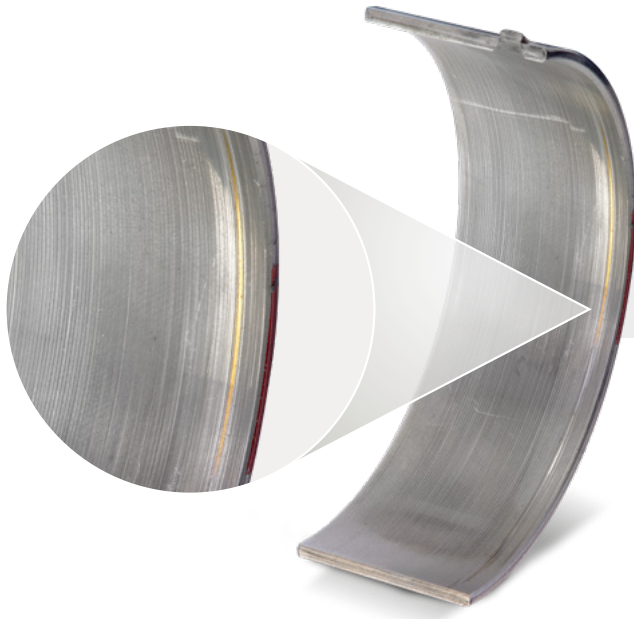
Genel olarak, yataklar oluklanma veya gömülmüş parçacıklara rağmen kullanılmaya devam edebilir. Ancak bu durum, hasarın boyutuna bağlıdır. Örneğin, çok sayıda büyük parçacık izi ve malzeme kabarmalarından kaynaklanan karışık sürtünme izleri mevcutsa yatağın değiştirilmesi tavsiye edilir. İnce parçacık izleri, yatağın işlevini kısıtlamaz. Her iki durumda da, yine de nedenin açıklığa kavuşturulması gerekir:

- Montajdan önce tüm bileşenlerin temizlenmesi: işletmeye almadan önce shaft ve gövdedeki tüm yağ deliklerinin yıkanması ve yatak yuva yüzeylerinin temizlenmesi önemlidir; böylece üretim veya onarımdan kalan küçük talaşlar ve parçacıklar uzaklaştırılır. Ayrıca yağ soğutucusu ve turboşarj gibi ek parçaların yağ kanalları da iyice temizlenmelidir
- Contaların işlevselliğini kontrol edin
- Yağ filtresi ve yağ değişimini daima üretici talimatlarına göre yapın: bakım aralıklarına uyulmasına ve yalnızca yeterli kaliteye sahip yağ ile yağ filtresi kullanılmasına dikkat edin
- Emme havasının filtrelenmesi: Filtreye düzenli olarak bakım yapın, gerekirse filtreyi değiştirin
- Diğer motor bileşenlerini kavitasyon, yorulma veya kaynama gibi hasarlara karşı kontrol edin; parçacık etkisiyle oluşan kaymalı yatak hasarları genellikle ikincil hasarlardır
- Herhangi bir parçacık etkisi tespit edilemezse hasarlı yatak kovanlarının analizi ve bir yağ numunesi bilgi sağlayabilir: hâlen yatağa gömülmüş veya yağda mevcut parçacıklar varsa bunların kimyasal bileşimi belirlenebilir. Örneğin krank milinden kaynaklanan bir malzeme söz konusuysa bu bölgede daha ayrıntılı hasar incelemesi yapılabilir

3.2 OLUKLANMA

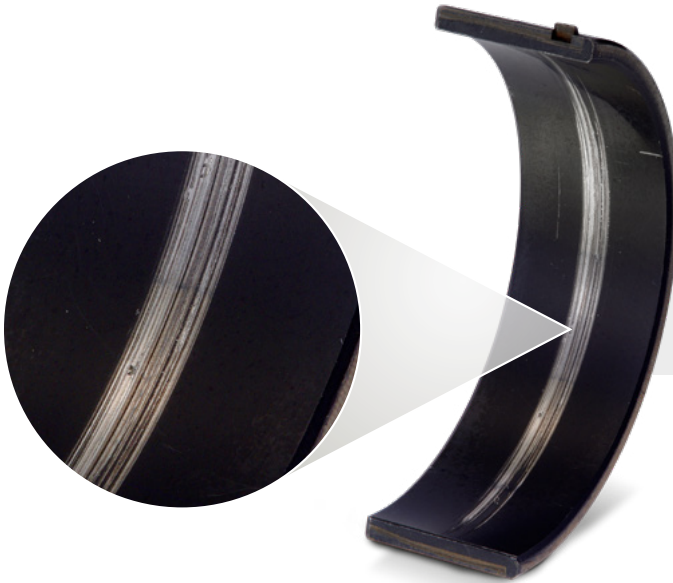
AÇIKLAMA

- Kayma yönünde çizgi şeklinde çukurlar, kenarlarında malzeme kabarmaları ile birlikte
- Kabarık kısımlar kısmen aşınma ile yeniden düzleşmiş, parlak ve açık renklidir
- Genellikle, krank milinde veya komşu yataklarda oluklanma ya da gömülmüş parçacıklarla birlikte görülür



Biyel çubuğu tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-pirinç bileşik malzeme, püskürtme kaplamalı

Oluk, pirinç tabakaya kadar ulaşmaktadır. Düzleşmiş kabarmalar nedeniyle, olukların yanında parlak aşınma izleri oluşmuştur.



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme, polimer kaplamalı

Oluklar, alüminyum alaşım tabakasına kadar aşınmıştır.

DEĞERLENDİRME

Yağlama aralığına giren ve yatak malzemesine gömülmeyen parçacıklar, aralıktan defalarca zorla geçirilir ve bu sırada oluklanmaya neden olur. Oluşan kabarık kenarların büyüklüğüne bağlı olarak bunlar sonraki çalışmada düzleşmeyebilir ve şaft ile temas sırasında artan karışık sürtünme nedeniyle sıcaklık yükselmesi meydana gelir. Bu durum sıklıkla krapajlara ve kaynamalara yol açar.

Oluklanma, karışık sürtünme etkilerinin bir sonucu da olabilir. Bunda ise oluklar ince, yüzeysel ve her iki kayma yüzeyinde birden ortaya çıkar.

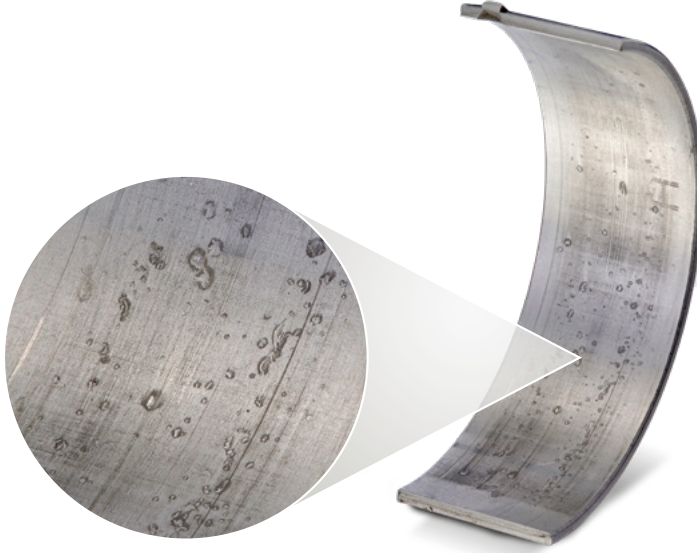
ÇÖZÜMÜ

Kenarlarda güçlü kabarmalarla birlikte oluklar mevcutsa yatak değiştirilmelidir. Ancak kabarmaları düzleşmiş oluklar mevcutsa ve artık başka bir parçacık etkisi beklenmiyorsa yataklar kullanılmaya devam edilebilir.

3.3 YERLEŞTİRME

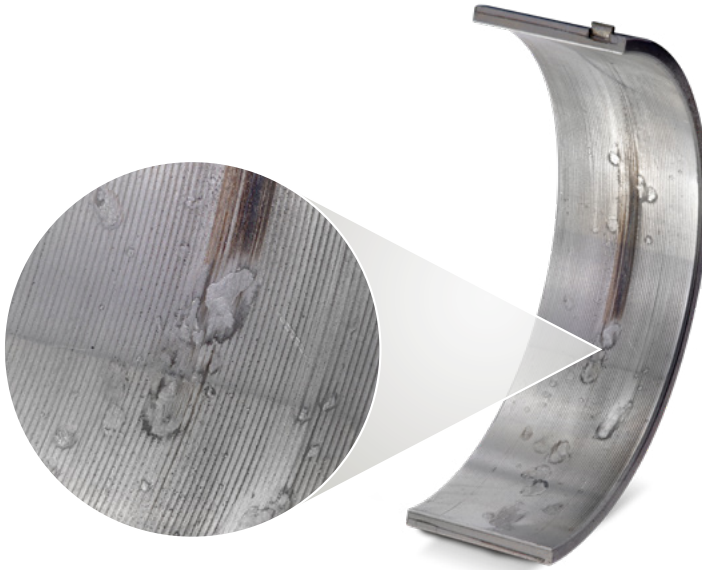
AÇIKLAMA

- İzli yüzey
- Parçacık izleri (kısmen hâlâ parçacık içeren) etrafı, aşınma sonucu parlak bir nokta olarak görülen bir kabarma ile çevrilidir
- Genellikle muylu ve yatakta oluklanma ile birlikte görülür
- Ağır vakalarda, gömülmelerden kaynaklanan başlayan krapajlar görülebilir



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

İnce parçacık izleri ve yer yer oluklanmalar görülmektedir.



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Gömülmüş parçacık içermeyen büyük parçacık izleri görülmektedir. Parçacıklar, yatak ortasında bir başlayan krapaja yol açan malzeme kabarmalarına neden olmuştur.

DEĞERLENDİRME

Yağlama aralığına giren parçacıklar, yatak malzemesine gömülebilir. Kayma / akış tabakasının kalınlığına bağılı olarak derin ve yüzeysel gömülme arasında ayırım yapılabilir. Derin gömülmede parçacıklar tamamen kayma ya da akış tabakasına entegre edilir. Bu, yalnızca parçacık boyutu tabaka kalınlığından küçükse mümkündür. Gömülme sırasında kabaran yatak malzemesi, şaft ile sonraki temaslarda aşınma yoluyla düzleşir. Yüzeysel gömülme, parçacık boyutu tabaka kalınlığını aştığında meydana gelir. Parçacıklar tam olarak gömülmez ve yatak yüzeyinden dışarı çıkar. Bunlar, muylu yüzeyinde aşınma ve oluklanma oluşturur.

Tamamen gömülmemiş parçacıkların oluşturduğu kenar kabarmaları veya çıkıntılar, yağlama tabakasının oluşumunu bozar ve karışık sürtünme durumlarına yol açabilir. Ayrıca, sözde yün aşınması da olası bir sonuçtur. Bu durumda gömülmüş parçacıklar, şaftın yüzeyini keserek malzeme uzaklaştırır (talaş yünü). Ortaya çıkan parçacıklar yeniden gömülerek yatak hasarını iletir ve çoğu zaman muylu ile yatağın tamamen hasar görmesi kaçınılmaz olur.

Dolayısıyla, parçacık gömülmelerinin bir sonucu olarak krapajlar ve kaynamalar ortaya çıkabilir.

ÇÖZÜMÜ

Muylu ve yatakta başlayan aşınma ile birlikte büyük parçacık gömülmeleri varsa yatak değiştirilmelidir. Düzleşmiş kabarmalara sahip ince parçacık gömülmeleri mevcutsa ve artık başka bir parçacık etkisi beklenmiyorsa yatağın işlevi etkilenmez.

3.4 KİR İZİ

AÇIKLAMA

- Art arda sıralanmış tekil izler, iz hatları oluşturmuştur; bunların sonunda hâlâ gömülü parçacıklar bulunabilir
- Genellikle yatak kenarına eğimli olarak ilerler
- Yağ kanallarından veya yağlama deliklerinden başlar
- Genellikle muyluda oluklanma ve yatakta oluklanma / parçacık gömülmesi ile birlikte görülür



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Ayırma yüzeyinden başlayan bir kir izi ortaya çıkmıştır. Art arda sıralanmış, eğimli şekilde ilerleyen birkaç büyük parçacık izi görülmektedir. Kısmen hâlâ gömülü parçacıklar bulunmaktadır.

DEĞERLENDİRME

Yağlama aralığına giren çok büyük ve sert parçacıklar, yatak malzemesine gömülemez. Bunlar daha sonra yağlama aralığından zorla geçirilir ancak bu sırada sürekli takılırlar. Genellikle yağ olukları veya yağ delikleri görünür çünkü parçacıklar buradan sisteme girmiştir. Taşınma izi boyunca oluşan güçlü kabarmalar krapajlara ve kaynamalara yol açar.

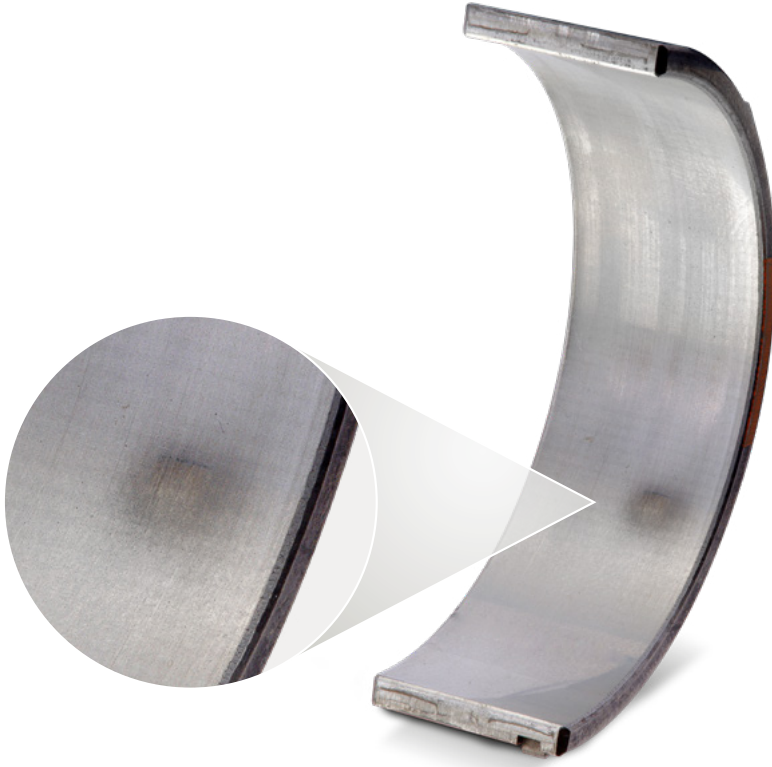
ÇÖZÜMÜ

Taşınma izi boyunca güçlü kabarma veya krapaj belirtileri mevcutsa yatak değiştirilmelidir. Ancak kabarmalar düzleşmişse ve artık başka bir parçacık etkisi beklenmiyorsa yataklar kullanılmaya devam edilebilir.

3.5 YATAK SIRTINDAKİ ALTLIK

AÇIKLAMA

- Yükleme izinde yerel olarak sınırlı sapma
- Çalışma yüzeyindeki parlak aşınma noktası
- Çoğunlukla yatak çelik sırtında parçacık kalıntıları / izleri
- Ağır vakalarda yatak çalışma yüzeyinde krapaj şeklinde güçlü karışık sürtünme izleri ve yorulma belirtileri görülebilir



**Alt ana yatak kovanı, çelik-
alüminyum bileşik malzeme**

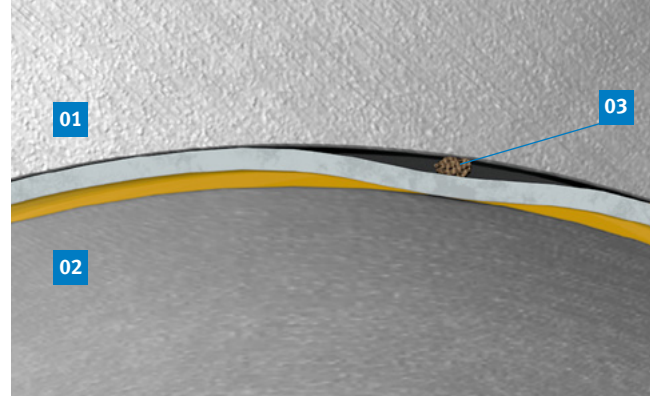
Yükleme izinde belirgin bir sapma ile birlikte çalışma yüzeyinde noktasal aşınma görülmektedir. Basınç noktası yatak sırtındaki parçacıklardan kaynaklanmıştır.



Yatak sırtı

DEĞERLENDİRME

Yatak sırtındaki kir veya yağ kalıntıları (kurum) nedeniyle yatak çalışma yüzeyinde yerel basınç noktaları oluşur ve bunlar yatak yüzeyinde görülebilir hale gelir. Yatağın iç bölgesinde basınç nedeniyle, yatağın geri kalan kısımlarına oranla daha fazla aşınma oluşur. Bu durum, yüklenme izinden belirgin şekilde ayrılan, genellikle parlak ve açık renkte bir sapma olarak görülebilir. Basınç noktalarının büyüklüğüne bağlı olarak sonuçları krapaj, kaynama ve yorulma hasarları olabilir.



- 01 Gövde
- 02 Mil
- 03 Parçacık

ÇÖZÜMÜ

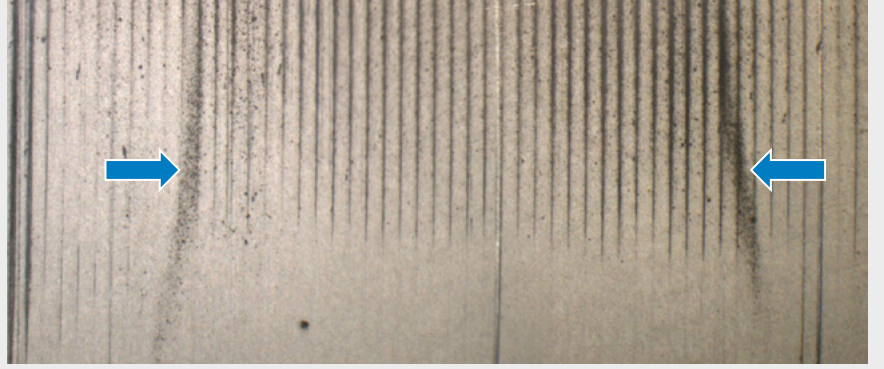
Yatağın kullanılmaya devam edip edilemeyeceği, akış tabakasındaki aşınmanın ilerleme durumuna bağlıdır. Basınç noktasında krapaj başlangıcı ya da çatlaklar veya kopmalar gibi yorulma belirtileri görüldüğü anda yatak değiştirilmelidir, aksi halde genel çaplı bir hasar oluşma ihtimali vardır. Kopmuş malzeme, aynı yatakta veya komşu bir yatakta ikincil bir hasara yol açabilir.

4. EROZYON VE KAVİTASYON

4.1 EROZYON

AÇIKLAMA

- Yağ akışı yönünde ince oluklanma
- Akış tabakasının / kaygan tabakanın pürüzlenmesi ve yarılması



DEĞERLENDİRME

Erozyon, yağın akış kuvvetlerinden kaynaklanan aşındırıcı malzeme kaybının bir türüdür. Bu etki, yağın içindeki çok küçük parçacıklar, örneğin yanma artıkları veya aşınma kalıntıları tarafından desteklenir. Erozyon çoğunlukla kavitasyonun bir sonucu olarak ortaya çıkar, çünkü bu durumda malzmeden parçacıklar koparılır ve yağlama sistemine taşınır.

Erozyon, malzemenin yüzeyine saldırır ve onu kimyasal olarak aktive eder; bu da korozyonun başlamasını kolaylaştırır. Aynı şekilde, yüzeydeki yarılmalar çatlaklara yol açabileceğinden, malzemenin yorulma dayanımı da olumsuz etkilenir. Bu, yorulma hasarına yol açar.

Erozyon, ince akışkan yağların kullanımıyla giderek daha sık görülür.

OLASI SEBEPLERİ

- Yüksek devirler ve dar yatak boşlukları
- Örneğin eksik veya yanlış katkı maddeleri içeren hatalı motor yağlarının kullanımı
- Yağ akışındaki çok küçük parçacıklar: Parçacıklar motorun farklı bölgelerinden kaynaklanabilir ve örneğin eksik yanma veya kavitasyon sonucu oluşmuş olabilir

ÇÖZÜMÜ

- Yeterli soğutma ile yağın sıcaklığını düşük tutmak
- Yağ filtresi ve yağ değişimini daima üretici talimatlarına göre yapın: bakım aralıklarına uyulmasına ve yalnızca yeterli kaliteye sahip yağ ile yağ filtresi kullanılmasına dikkat edin

4.2 KAVİTASYON

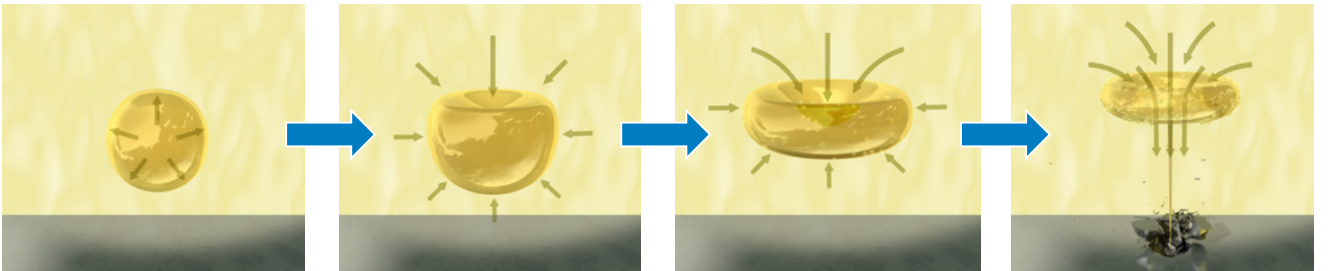
Kavitasyon, yağlayıcının yatak aralığından akışıyla meydana gelir. Kullanılan yağın buhar basıncı burada belirleyici bir rol oynar.

Doğru şekilde değerlendirildiğinde, kavitasyon aslında bir sıvının buhar kabarcığı oluşturma sürecidir ve kendi başına yatağa herhangi bir hasar vermez. Yalnızca kavitasyon erozyonu, bu olguya ait tipik hasar tablosunu tanımlar; bu da, buhar basıncının altındaki bölgelerde buhar kabarcıklarının çökmesiyle oluşan malzeme kaybindan kaynaklanır (kavitasyon \leftrightarrow kavitasyon erozyonu).

Bazı hasar görünümünde, farklı oluşum biçimlerine rağmen kavitasyon, erozyon ve korozyonu birbirinden ayırt etmek zor olabilir. Çoğunlukla kavitasyon erozyonu veya erozyon korozyonu gibi karmaşık geçiş biçimleri de ortaya çıkar. Bu durum şöyle açıklanabilir: Hem kavitasyon hem de erozyon, korozyon önleyici tabakalara zarar verir, onları kimyasal olarak aktive eder ve bunun sonucunda korozyon meydana gelebilir.

AÇIKLAMA

Kullanılan yağın buhar basıncı aşıldığında gaz ve buhar kabarcıkları oluşur ve akış tarafından taşınır. Bu, kavitasyon olarak adlandırılır. Statik basınç yeniden yükseldiğinde, kabarcıklar ani bir şekilde çöker ve bunun sonucunda mikrojet adı verilen güçlü basınç darbeleri ile yüksek sıcaklıklar ortaya çıkar. Bu basınç darbeleri, malzeme kopmalarına ve malzeme kaybına yol açar; buna "kavitasyon erozyonu" denir.



Kavitasyon kabarcığı oluşur ve büyür

Çökme başlar

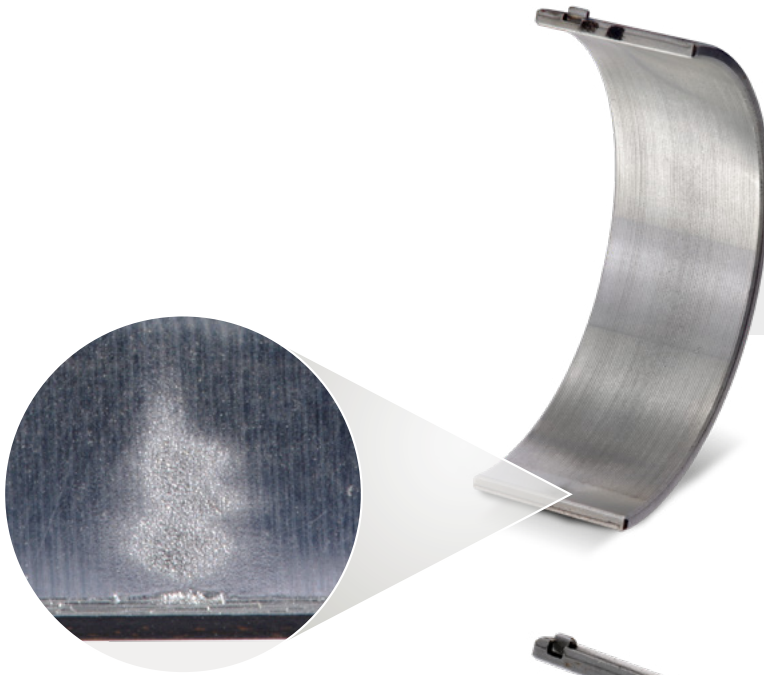
Mikrojet oluşur

Mikrojet, kavitasyon kabarcığını kırarak yüzeye çarpar

AÇIKLAMA

- Kavitasyonun ortaya çıkması: ayırma yüzeyine doğru noktasal veya mantar biçimli bir kopma, belirgin şekilde pürüzlü ve mat bir alan
- Yağ kanalının çıkışında kavitasyon: yağ kanalının çıkışında mantar biçimli bir kopma, pürüzlü ve mat bir alan

Kavitasyon, örneğin tepe noktası gibi yatağın diğer bölgelerinde de meydana gelebilir. Ancak bu türleri erozyon ve korozyondan ayırt etmek belirgin şekilde daha zordur. Genellikle yukarıda belirtilen türlerdeki gibi malzeme kopmaları görülmez, bunun yerine mat ve hafif pürüzlü alanlar bulunur; bunlar da erozyon veya korozyonun bir sonucu olabilir.



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Kavitasyonun ortaya çıkması: Belirgin bir malzeme kaybı görülür; bu bölge, çevresindeki malzemeye kıyasla mat görünür.

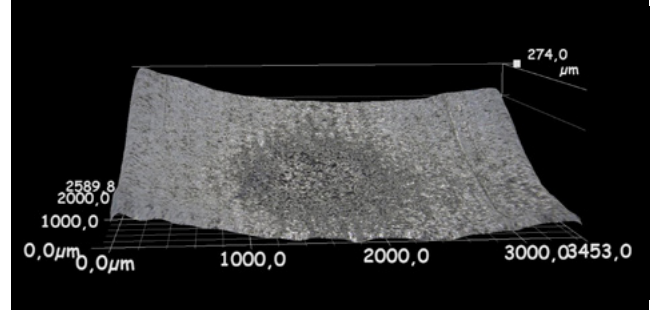


Üst ana yatak kovanları, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Yağ kanalının çıkışında kavitasyon: Yatak malzemesinde mantar biçimli bir kopma görülmektedir. Bu bölge, çevresindeki malzemeye kıyasla belirgin şekilde daha mat ve pürüzlüdür.

DEĞERLENDİRME

Yatak yüzeyine yakın gaz ve buhar kabarcıklarının çökmesiyle oluşan basınç darbeleri, malzeme kopmalarına yol açar (bkz. Bölüm: "4. Erozyon ve Kaviteasyon"). Kaviteasyon çoğunlukla erozyon ve korozyonla birlikte ortaya çıkar ve aynı ya da komşu yataklarda ince oluklanmaya yol açabilir.



3D ölçüm – Kaviteasyon

OLASI SEBEPLERİ

Yüksek sıcaklıklar ve düşük kaynama noktalı karışımlar kaviteasyonu hızlandırabilir.

- Yağ içindeki karışımlar: Su, yakıt veya aşınma kalıntıları ve kir
- Yetersiz yağ basıncı: Beklenmedik basınç kayıpları (örn. arızalı bir yağ pompası nedeniyle) vardır veya yağ basıncı çok düşük ayarlanmıştır
- Kullanılan yağın buhar basıncının çok düşük olması
- Yatakta sıcaklık artışı (örn. yağ eksikliği nedeniyle)
- Düşük viskoziteli yağlar kaviteasyon riskini artırır
- Yatak sırtındaki boşluklar / altlıklar (örn. kurum birikintileri) yatak kovanında salınlara / vibrasyonlara yol açarak kaviteasyona neden olabilir

Titreşim veya emme kaviteasyonu:

- Yağlama aralığı çok geniştir, bu nedenle yatak aralığındaki hidrodinamik basınç düşer
- Krank milinin salınları: Şaft hareketi, oluşan emme etkisiyle tek taraflı bir basınç düşümüne neden olur
- Deformasyon veya bükülme nedeniyle (çoğunlukla biyel gözlerinde) yatak deliğinin titreşimleri; yağ filminde basınç düşümüne yol açar

Akış kaviteasyonu:

- Yüzeylerdeki kesintiler (yağ delikleri, yağ kanalları) ve yağ akışındaki yön değişiklikleri basınç düşüşüne yol açabilir

ÇÖZÜMÜ

Kaviteasyon bulunan yatakların değiştirilmesi gerekmez.

Kaviteasyonun boyutuna bağlı olarak, yatağın dinamiğinin etkilenmesiyle kullanım ömrü kısalmıştır. Ancak genel bir hasardan endişe edilmesine gerek yoktur.

- Kaliteli yağlar kullanın ve üretici talimatlarına uygun olarak düzenli yağ ve filtre değişimi yapın
- Yağ basıncını kontrol edin ve gerekirse yeniden ayarlayın
- Daha yüksek buhar basıncına sahip yağ kullanın: Ancak yağın tüm motor bileşenleriyle uyumlu olması gerekir, gerekirse üreticiye danışın

- Yağlama aralığını kontrol edin ve gerekirse yatak boşluğunu yeniden ayarlayın
- Motorun salınım yükleri (vibrasyonlar) açısından kontrol edilmesi
- Yağın yakıt seyrelmesine karşı kontrol edilmesi

OLASI SEBEPLERİ

Yatak metalindeki çatlaklar ve kopmalar gibi yorulma belirtileri, dinamik aşırı yüklenmeler nedeniyle oluşur. Bunun durumun farklı nedenleri olabilir:

- Aşırı yüklenme: Yatak üzerinde tasarım özelliklerinin izin verdiği kadar yüksek kuvvetlerin etkili olması halinde malzeme yorulması söz konusu olur - örn. vuruntu gibi yanma arızaları piston ve dolayısıyla da biyel çubuğu üzerindeki basıncı yükseltir
- Yağlama boşluğunun çok dar ölçülmesi: Bu durumda taşıyıcı özellikte bir yağlama maddesi tabakası oluşamaz: Yağlama tabakası basıncı bu bölgelerde artar ve yüksek yüzey basınçları oluşur. Bu durum, kaçıklık ve şekil hataları, geometrik hatalar veya montaj hatalarından (bkz. Bölüm: "2.5 Özel durumlar") kaynaklanabilir; komşu yatakların incelenmesi açıklayıcı olabilir
- Yetersiz yağ kalitesi veya yağ eskimesi: Uygun olmayan bir yağ kullanıldığında veya eskime nedeniyle yağın kalitesi yetersiz kaldığında, yağlama maddesi tabakasının oluşumunda olumsuz etkilenmeler görülebilir
- Salınımlar: Yatak, salınımlar sonucunda ilave olarak değişken gerilim yüklenmelerine de maruz kalıyorsa malzeme yorulması tehlikesi yükselir
- Yüksek sıcaklıklar: Yüksek sıcaklık durumunda, yatak malzemesinin mukavemeti azaldığı için malzeme yorulması artar

ÇÖZÜMÜ

- Yataktaki yüklenme kontrol edilmelidir - gerekirse yorulma dayanımı daha yüksek olan bir yatak kullanılmalıdır
- Krank mili geometrisinin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, dalgalılık, yüzey pürüzlülüğü
- Yatak kanalındaki temel deliğin doğru olduğu kontrol edilmelidir: Ölçü, yuvarlaklık, silindiriklik, yüzey
- Ana yatak deliğinin hizalanması kontrol edilmelidir (cıvatalar için öngörülen sıkma torkları dikkate alınmalıdır, motor yeterince soğutulmalıdır)
- Monte edilmeden önce biyel çubuklarının açısallığı kontrol edilmelidir
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalıdır
- Sadece üretici tarafından tavsiye edilen yağ kullanılmalıdır, yağ değişim aralıklarına dikkat edilmelidir
- Motorun yeterince soğutulduğundan emin olunmalıdır

5.2 KAYGAN TABAKADA ÇATLAKLAR VE KOPMALAR

Bu hasar türü sadece, üzerine polimer/kayganlaştırıcı vernik, elektro-kaplama veya püskürtme kaplamadan bir kaygan tabaka uygulanmış olan kaymalı yataklarda oluşur.

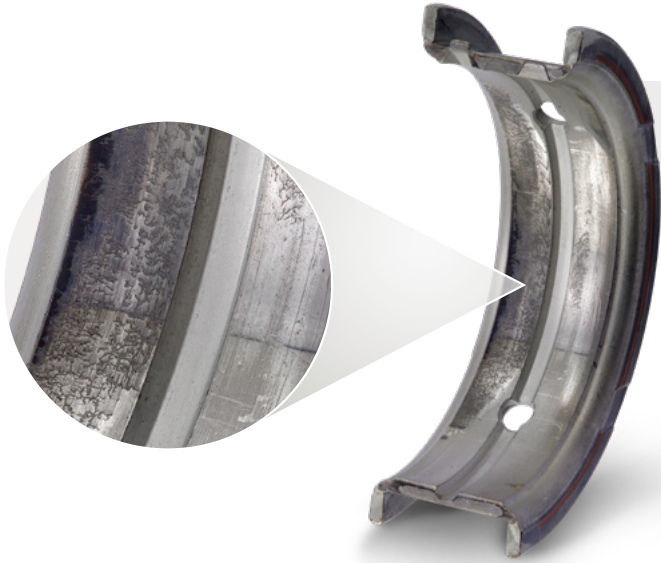
AÇIKLAMA

- Kaygan tabakada ince çatlaklar görülebilir: Özellikle de çalışma yönünde enlemesindedir - hasar görüntüsü bir kabuk böceğinin beslenirken çıkardığı desene benzediği için genellikle "kabuk böceği" olarak adlandırılır
- Genellikle yatak yüzeyindeki renk solmalarıyla ve kenar aşınmalarıyla ilişkilidir



Biyel çubuğu tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-pirinç bileşik malzeme, püskürtme kaplamalı

Kaymalı yatak, açıktaki bölgeye doğru çatlaklar ve ilk kopmalar şeklinde, pirinç tabakaya kadar ulaşan yorulma belirtileri göstermektedir.



Ana yatak kovanı galvanik kaplamalı çelik-bronz bileşik malzeme

Her iki yatak kovanında tek taraflı kenar yüklenmesi, galvanik tabakanın yorulmasına yol açmış ve tipik kabuk böceği hasar görünümünü oluşturmuştur.

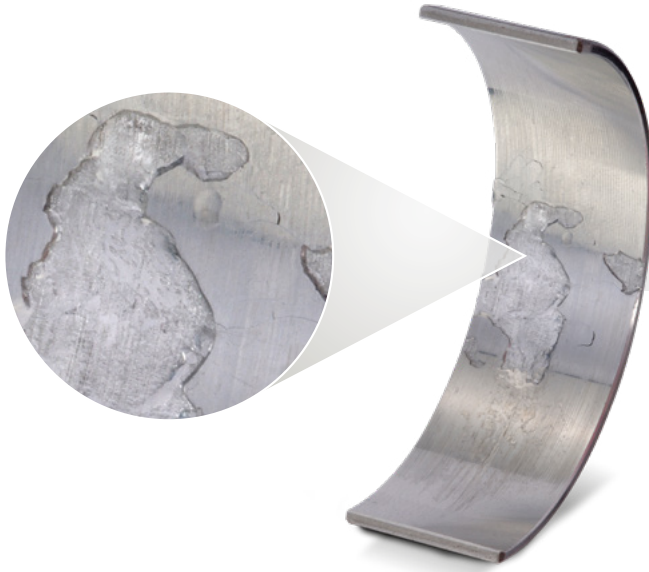


Olası nedenler ve çözümleri için "5.1 Giriş" bölümüne bakın

5.3 YATAK METALİNDE ÇATLAKLAR VE UFALANMA

AÇIKLAMA

- Çatlaklar ve yatak malzemesine kadar giden kaldırım taşı benzeri kopmalar
- Kopmanın kenarları çalışmanın devam etmesiyle birlikte aşınma sonucu yuvarlaklaşır



Şaft tarafındaki biyel yatağı kovani, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Geniş yüzeyli yırtılmalar ve çatlaklar görülmektedir.



Olası nedenler ve çözümleri için "5.1 Giriş" bölümüne bakın

6. AŞIRI ISINMA SONUCU HASARLAR

6.1 GİRİŞ

Aşırı ısınma hasarları, kaymalı yatak kovanında güçlü karışık sürtünme ile birlikte ortaya çıkan ani sıcaklık gelişimlerinin sonucudur. Bu nedenle, başlayan krapajlarda veya kaynamalarda daima ısı kaynaklı çatlaklar, renk değişimleri ve erimeler görülür. Burada ısının uzaklaştırılmasında yağlayıcı merkezi bir rol oynar. Isının uzaklaştırılması artık mümkün değilse bu durum genel bir

arızaya yol açar. Aşırı ısınmanın ilk belirtilerinde bile yapıda yerel değişimler meydana gelir ve malzemenin yorulma dayanımı düşer. Etkilenen bölgelerde ısı kaynaklı çatlaklar oluşur.

OLASI SEBEPLERİ

- Dolaylı hasar; krapaj, kaynama veya kenar taşıma nedeniyle artan sıcaklık gelişiminden kaynaklanır
- Yağlayıcı nedeniyle yetersiz ısı uzaklaştırma (bkz. Bölüm: "2.3 Başlayan krapaj")

ÇÖZÜMÜ

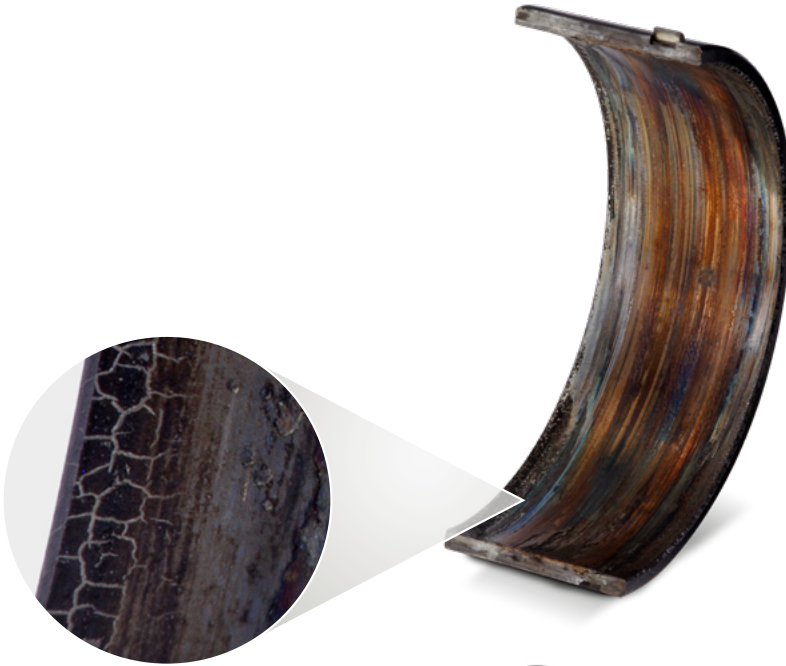
Aşırı ısınma hasarları ortaya çıkarsa yatak değiştirilmeli ve nedenler araştırılmalıdır. Dolaylı hasar halinde birincil hasarın nedeni giderilmelidir. Yatakta başka bir hasar görülüyorsa

yağlama devresi kontrol edilmelidir (bkz. Bölüm: "2.3 Başlayan krapaj") ve yatak üzerindeki yük kontrol edilmelidir.

6.2 ISI KAYNAKLI ÇATLAKLAR

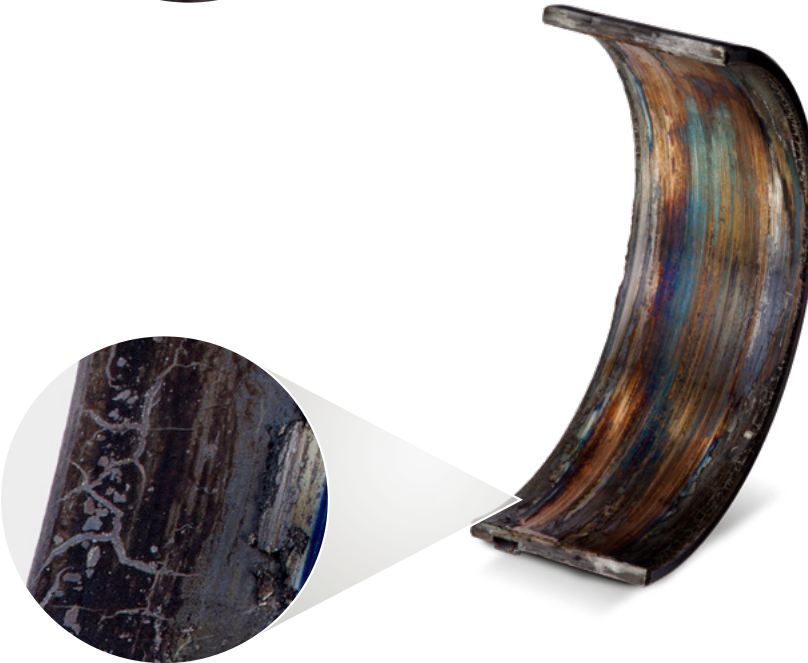
AÇIKLAMA

- Ağ şeklinde çatlaklar görülmektedir
- Yatak kovanında erimeler ve renk değişimleri



Kapak ve şaft tarafındaki biyel yatağı, kovanı çelik-bronz bileşik malzeme, galvanik kaplamalı

Kaynemiş yatak kovanlarının akış tabakasında belirgin renk değişimleri ve erimeler görülmektedir. Çatlak oluşumu özellikle kenar bölgede fark edilmektedir.



Olası nedenler ve çözümleri için "6.1 Giriş" bölümüne bakın

6.3 AKIŞ TABAKASININ ERİMESİ

AÇIKLAMA

- Çalışma yüzeyinde malzeme kaymaları ve bulaşmalar görülmektedir
- Yatak kovanındaki ısı kaynaklı çatlaklar ve renk değişimleriyle birlikte ortaya çıkar



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-bronz bileşik malzeme, galvanik kaplamalı

Galvanik tabakada beyaz erimeler görülmektedir.



Olası nedenler ve çözümleri için "6.1 Giriş" bölümüne bakın

6.4 AKIŞ TABAKASINDA VEYA YATAK SIRTINDA RENK BOZULMASI

AÇIKLAMA

- Akış tabakasında veya yatak sırtında mavimsi ile siyah arası renk değişimleri
- Erimeler ve malzeme ayrılmaları / kaymalarıyla birlikte



Şaft tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-bronz bileşik malzeme, galvanik kaplamalı

Yatak kaynamasından sonra yatak sırtı siyaha dönmüş durumdadır.



Kapak tarafındaki biyel yatağı kovanı, çelik-bronz bileşik malzeme, galvanik kaplamalı

Akış tabakasında aşınma rengi görülebilmektedir.



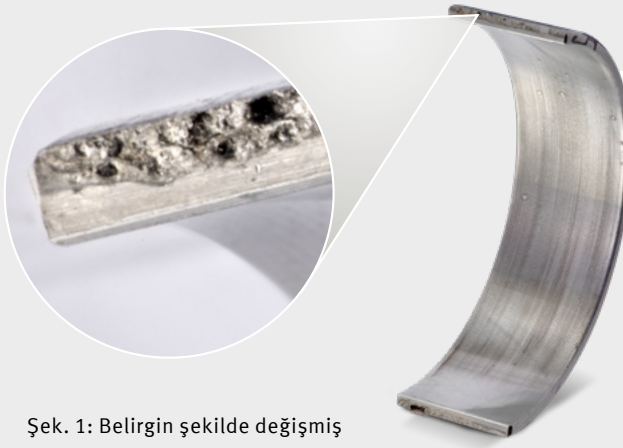
Olası nedenler ve çözümleri için "6.1 Giriş" bölümüne bakın

7. KOROZYON

7.1 SÜRTÜNME KOROZYONU / AŞINMA KOROZYONU

AÇIKLAMA

- Yatak sırtının veya ayırma yüzeyi bölgesinin aşınma izli yüzeyi
- Pürüzlü, mat bölgeler



Şek. 1: Belirgin şekilde değişmiş malzeme yüzeyi

Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Ayrıca ayırma yüzeyi bölgesinde de yatak kovanının hareketine ait işaretler, sürtünme korozyonu şeklinde görülebilir. Malzeme yüzeyi belirgin şekilde değişmiştir (Şek. 1).



Üst ana yatak kovanları, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Kismen yırtılmış malzeme bölgeleri birlikte sürtünme korozyonunun belirgin izleri görülmektedir (Şek. 2).

Burada yırtılmış malzeme bölgeleri ve yüzeydeki yara izleriyle yüzeysel bir sürtünme korozyonunun belirgin özellikleri görülmektedir (Şek. 3).

Şek. 2: Kismen yırtılmış malzeme bölgeleri

Şek. 3: Yırtılmış malzeme bölgeleri ve yara izleri

DEĞERLENDİRME

Yatak kovani, yatak yuvasına doğru şekilde oturmadığında, ortaya çıkan bağıl hareketler (mikro kayma hareketleri) nedeniyle sürtünme korozyonu meydana gelir. Yatak hareketiyle oluşan sürtünme ısı yatak içinde olduğu gibi yağlayıcı tarafından uzaklaştırılmaz; bunun yerine yatak sırtında yerel aşırı ısınmalara yol açar. Bu aşırı ısınmalar erimelere ve tipik, yara izli bir yüzeye yol açar. Yatak sırtı ile yuva arasına malzeme transferi gerçekleşir.

Çevre ortamı, zaten pürüzlenmiş ve kimyasal olarak aktifleşmiş yüzeylere nüfuz ederek korozyonu hızlandırabilir. Sürtünme korozyonu, mikro çatlak oluşumunu kolaylaştırdığı için malzemenin yorulma dayanımını düşürür. Çatlaklar veya kalıcı kırılmalar gibi sonuçlara yol açan yorulma hasarları meydana gelebilir.

OLASI SEBEPLERİ

- Aşırı büyük temel delik veya aşırı küçük yatak kovani nedeniyle yetersiz ön gerilim
- Yetersiz yatak kovani çıkıntısı: Yatak kovani çıkıntısı, yeterli bir pres geçme sayesinde sağlam oturmayı garanti eder
- Gövde deformasyonu: Alüminyum motor gövdelerinde aşırı sıcaklık etkisiyle gövde ve yatak kovani farklı şekilde deforme olabilir, bu durumda yatak artık yeterince sıkı oturmayabilir
- Krank milinin eğilmesi: Krank milinin eğilmesi, yatağın çalışma yüzeyinde tipik bir yüklenme izi bırakır (bkz. Bölüm: "2.5 Özel durumlar")
- Yetersiz sıkma torku
- Gövdenin veya krank milinin salınımları ya da vibrasyonları mikro hareketlere yol açar (ayrıca altlıklar veya boşluklar da salınımlar ve vibrasyonları hızlandırabilir)

ÇÖZÜMÜ

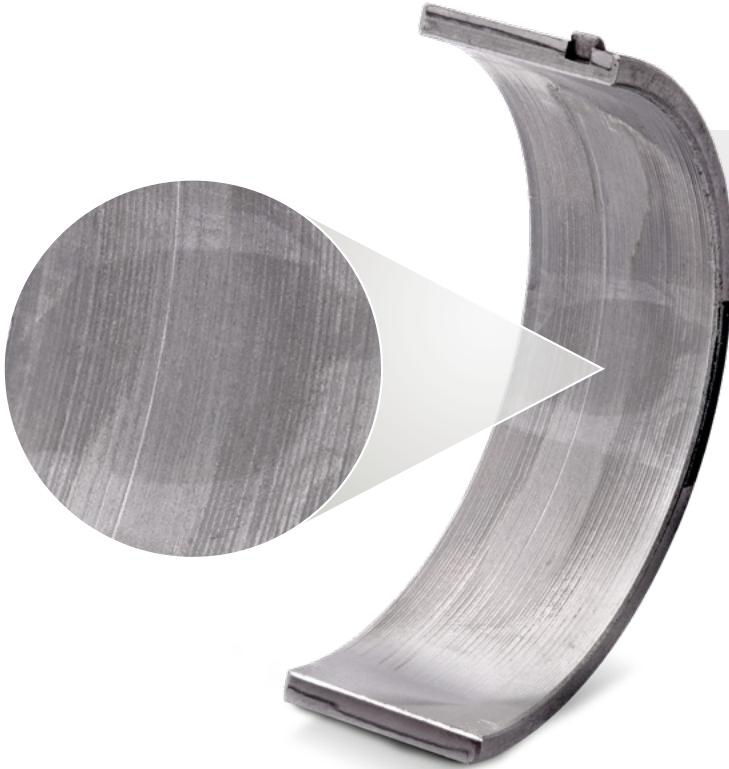
Aşınma korozyonu belirtileri görüldüğünde yatak değiştirilmelidir, çünkü yorulma dayanımı zaten azalmış olabilir.

- Alın deliği ve yatak kovani dış çapı tolerans aralığında olmalıdır, böylece öngörülen yatak boşluğu korunur
- Taşma payı: istenen sıkı geçmeyi sağlayarak sabit oturmayı elde etmek için yatak kovani için yeterli bir taşma payına sahip olması gerekir
- Alın deliği ve gövde olası deformasyonlara karşı kontrol edilmelidir
- Montaj sırasında krank mili hizalanmalı ve mildeki yüklenme kontrol edilmelidir
- Cıvata sıkma işlemleri, üretici belirtilerindeki sıkma torkları ve sıkma sıralaması dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir
- Motor, çalışma sırasında titreşimler ve salınımlar açısından kontrol edilmelidir

7.2 KİMYASAL KOROZYON

AÇIKLAMA

- Genellikle ana yük bölgesinde, malzeme yüzeyinde renk solmaları
- Pürüzlü ve gözenekli çalışma yüzeyi



Alt ana yatak kovanı, çelik-alüminyum bileşik malzeme

Korozyon ürünlerinin birikimi yatak çalışma yüzeyinde, özellikle yatak ortasında belirgin şekilde görülmektedir. Birikim, leke oluşumu şeklinde ortaya çıkar. Korozyona uğramış bölgede, mikroskop altında yatak çalışma yüzeyinde pürüzlenme görülebilir.

DEĞERLENDİRME

Kimyasal korozyonlar, yatak kovani ile motor yağı arasındaki reaksiyonlar nedeniyle ortaya çıkar. Kimyasal reaksiyonu tetikleyen unsurlar, yağ içindeki katkı maddeleri veya motorun çalışması sırasında yağda oluşan kontaminasyonlardır.

Kimyasal madde etkileri nedeniyle malzemenin dayanıklılık sınırı düşer ve düşük yüklenmelerde dahi daha hızlı yorulma hasarları oluşmaya başlar.

OLASI SEBEPLERİ

- Malzemenin yüzeyine etki etmeleri ve kimyasal aktivasyonu tetiklemeleri nedeniyle aşınma, kavitasyon ve erozyon hallerinde korozyonun artması
- Yağın eskimesi nedeniyle asit ve metal tuzu oluşumu
- İzin verilmeyen, agresif yağ katkı maddelerinin kullanılması
- Yanma sonucu agresif ürünlerin açığa çıkması (sülfür, hidrojen sülfür)
- Su veya don önleyici (antifriz) maddeler nedeniyle yağın kirlenmesi
- İşletme sıcaklıklarında artışın, yağ eskimesi gibi kimyasal süreçleri hızlandırması

ÇÖZÜMÜ

Korozyon oluşmuş yataklar değiştirilmelidir

- Yağ değişimi daima üretici belirtilmelerine uygun gerçekleştirilmelidir
- Sadece agresif katkı maddeleri içermeyen kaliteli yağlar kullanılmalıdır
- Motor yeterince soğutulmalıdır

8. BASKI PULLARININ HASAR GÖRMESİ

Ay yataklar, örneğin debriyaja basıldığında ortaya çıkan aksel kuvvetlerin karşılanması sağlar. Dolayısıyla, ana yatak takımında bir mesnet noktası daima aksel olarak desteklenir. Bu, takılmış

ay yataklarla veya önceden monte edilmiş, kullanıma hazır flanşlı yataklar ya da flanşlı yatak kovanları ile gerçekleştirilir.

Dış kenardan dış kenara çatlak oluşumu



Ay yatağının dış kenarında geniş yüzeyli malzeme kopması



OLASI SEBEPLERİ

- Aksel boşluk çok az olduğundan ay yatak karşı yüzeye bastırılır
- Aşırı aksel yük
- Sürekli aksel yük
- Şaft yanağı çok pürüzlü

ÇÖZÜMÜ

- Krank milinin aksel boşluğunu kontrol edin ve öngörülen tolerans aralığında tutun; gerekirse bir boy küçük bir ay yatak takın
- Ay yatak üzerindeki aksel yükü kontrol edin

Kayma aşınması

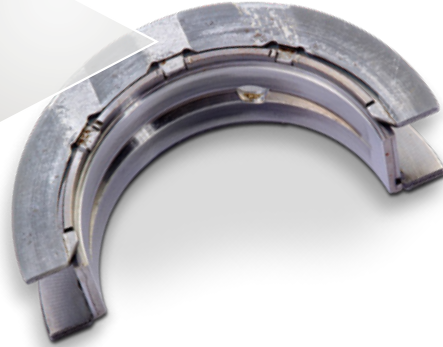
Ay yatağın çalışma yüzeyinde yüklenme izleri görülmektedir



Kullanım öncesi
yeni durum

İleri düzey kayma aşınması

Malzeme kayması ve kaybı, yağlama kanalları neredeyse hiç kalmamış



Kaynama

Koparılmış malzeme bölgeleri ve belirgin oluklanma, yağlama kanalları artık görünmez durumda

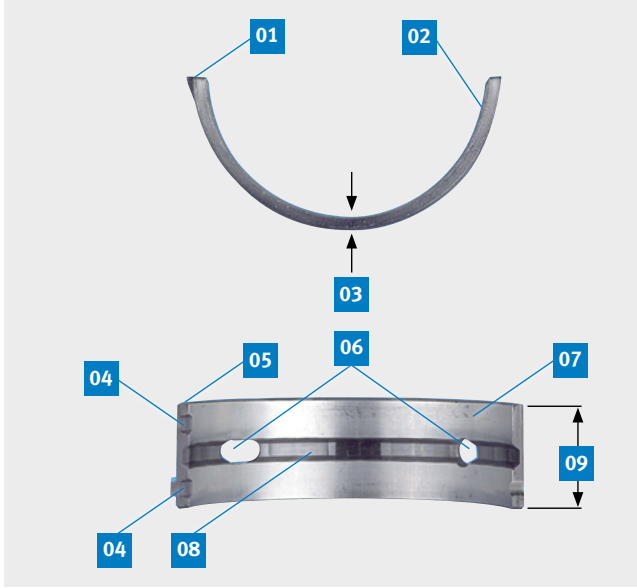


Komple hasarlanma

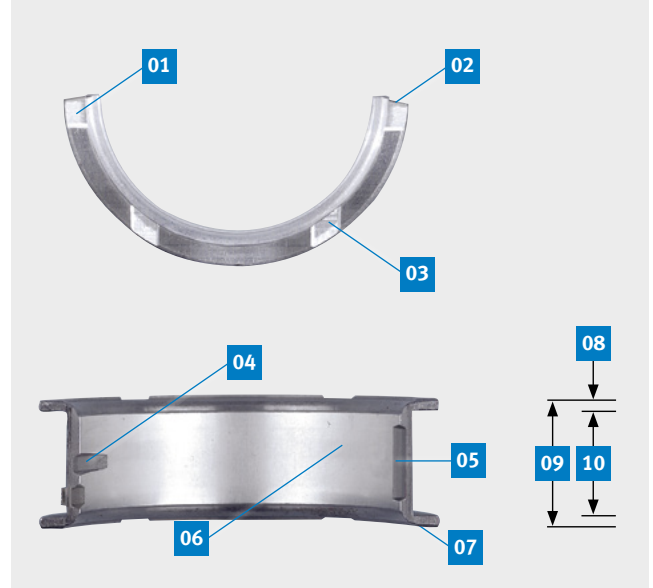


9. SÖZLÜK

KAYMALI YATAKTA TEKNİK TERİMLER VE İSİMLER



- 01 Parça yüzeyi
- 02 Çalışma yüzeyinde açıklık
- 03 Duvar kalınlığı
- 04 Sol ve sağ sabitleme çıkıntısı
- 05 Ön yüzey
- 06 Yağ deliği
- 07 Çalışma yüzeyi
- 08 İç yağ kanalı
- 09 Yatak genişliği



- 01 Ön yüzeyde açıklık
- 02 Flanş parça yüzeyinde açıklık
- 03 Ön yüzeyde yağlama oluğu
- 04 Orak tipi oluk
- 05 Yağlama cebi
- 06 Çalışma yüzeyi
- 07 Ön yüzey
- 08 Kademe kalınlığı
- 09 Yatak genişliği
- 10 Flanş mesafesi



- 01 Tespit kamı
- 02 Yağlama oluğu

TEKNİK TERİMLERİN AÇIKLAMALARI

Açıktaki bölge

Bir yatak kovanında, duvar kalınlığının ayırma yüzeyine doğru azaltıldığı bölge. Bu, montajdaki hassasiyet hatalarını dengeler.

Açılma

Açılma ölçüsü, dış çapın ayırma yüzeyi bölgesindeki ideal daire formundan sapmasını ifade eder. Bu, şekillendirme sonrasındaki elastik geri yaylanmayı temsil eder ve monte edilmemiş durumda ölçülür. Bundan kaynaklanan yatak kovanının ön gerilimi, delik duvarına iyi bir oturma sağlayarak montajı kolaylaştırır ve düşmeyi ya da dönmeyi önler.

Açılma devri

Açılma noktasını tanımlar: Daha yüksek kayma hızı nedeniyle karışık sürtünmeden sıvı sürtünmesine geçişin gerçekleştiği bölge. Hidrodinamik kaymalı yataklarda, içten yanmalı motorlarda kullanıldığı gibi, ince yağlama tabakası ancak daha yüksek kayma hızlarında oluşur. Düşük kayma hızlarında bu kaymalı yataklar, yüksek oranda katı sürtünme içeren karışık sürtünmeye katlanmak zorundadır. Bu nedenle, karışık sürtünme altında çalışma süresini mümkün olduğunca kısa tutmaya daima özen gösterilir.

Aksiyal kuvvet

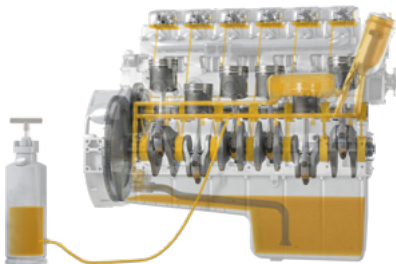
Dönel bir cismin eksenine doğrultusunda etki eden bir kuvvet.

Aşındırıcı

Ovalayıcı / taşlayıcı

Basınçlı yağ dolumu

İlk motor çalıştırmadan önce, kaymalı yataklarda kuru çalışma gibi ilk aşınma hasarlarını önlemek için yağ sistemi basınçlı yağ ile doldurulmalı ve havası alınmalıdır.



Başlayan krapaj

Şiddetli karışık sürtünmeden (ör. yağlama yağı eksikliğinden) kaynaklanan kaymanın bir ön evresi. Başlayan krapajın tipik işaretleri, oluklanma ve karışık sürtünme izleri ile kaygan tabakanın yer değiştirmesidir.

Çatlatılmış biyel

Çatlatılmış biyeler ilk başta tek parçalı olarak üretilir, ardından kırma çentikleri (sinter biyel) veya lazer çentikler (çelik biyel) ile amaca uygun şekilde kırılarak iki parçaya ayrılır (çatlatılır). Biyel montajında her iki parça civatalarla birleştirilir ve bireysel kırılma geometrisi sayesinde tam olarak birbirine uyum sağlar.

Çubuk tarafı / kapak tarafı

Biyeli krank miline monte edebilmek için biyel yatağı bir çubuk tarafı ve bir kapak tarafı yatak kovanından oluşur. Montajlı durumda biyel civataları, yatak kovani çiftini tam olarak kapalı bir yatak haline gelecek şekilde sıkıştırır. Çubuk tarafı yatak kovani, kapak tarafına göre mekanik olarak belirgin şekilde daha yüksek yüke maruz kalır, çünkü yanma sürecinden kaynaklanan gaz kuvveti bu kovani üzerinden krank miline iletilir. Özellikle yüksek turbo beslemeli dizel motorlarda, kaymalı yatak kovani üzerinde 100 MPa ve üzeri özgül yükler etkili olur. Kapak tarafı biyel yatak kovani görevi, yatağı kapatmaktır.

Difüzyon bariyeri

Difüzyon bariyeri, çoğunlukla nikel (Ni) veya nikel-krom (NiCr) malzemeden oluşan ince bir tabakadır ve amaç, püskürtme veya galvanik kaygan tabaka (en üst yatak tabakası) ile bronz yatak malzemesi arasındaki kalay difüzyonunu engellemektir. Kalay difüzyonu, kaygan tabaka ile yatak metalinin mekanik özelliklerini değiştirir.

Duvar kalınlığı

Yatak boşluğu, kaymalı yatağın duvar kalınlığı üzerinden ayarlanır. Dış çap pres geçme ile belirlendiğinden, yatak boşluğu şaft çapına göre duvar kalınlığının değiştirilmesiyle ayarlanabilir. Onarılmış şaftlar için farklı fazla ölçü kademelerine (daha büyük duvar kalınlıklarına) sahip kaymalı yataklar mevcuttur.

Erozyon

Yüzeeye etki eden katı, sıvı ve gaz halinde maddelerin kinetik enerjisi sonucunda meydana gelen malzeme aşınması.

Galvanik

Elektrokimyasal kaplama yöntemi: Galvanik kaplamalar, işlenmiş kaymalı yatakların üzerine elektrokimyasal olarak uygulanır ve yaklaşık 100 MPa'ya kadar olan özel yüklemelere imkân tanır. Galvanik kaplamalar sayesinde, çalışma başlangıcındaki uyum süreçlerinin kolaylaştırılması, yatak kovanlarının parçacıklarla uyumluluğunun artırılması ve acil çalışma özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanır.

Havuz

Daha yüksek motor performansları, özellikle biyel yatakları için belirgin biçimde daha yüksek yorulma dayanımı ve karışık sürtünme alanında daha düşük aşınma oranları olan malzemeleri ve daha yüksek sıcaklıklarda iyi korozyon dayanıklılığı gerektirmektedir. Bu karmaşık talep profili, fiziksel gaz fazı ayırma (PVD) yardımı ile yerine getirilmektedir. Yüksek vakumda en ince partiküller bir dağıtıcıdan darbeyle çıkartılır. Elektromanyetik alanlar yardımı ile kaplanacak olan parçanın üzerine eşit bir şekilde uygulanırlar. Bu magnetron kaplamalar tek yapı bileşenlerinin en ince dağılımı ile karakterize olmaktadır. Bilinen üç katmanlı yatak, başlangıç bazıdır. Temel yapı korunmuştur. Galvanik kaygan tabakanın yerini, püskürtme kaplanmış bir kaygan tabaka alır. Püskürtme kaplamalı yatak kovanları esas olarak biyel yataklarının basınç tarafında kullanılır. Karşı kovanlar ise geleneksel çift veya üç katmanlı yataklardır. Püskürtme kaplamalı yatak kovanının doğru montaj konumu, işletme güvenliği için ön koşuldur.

Otomatik başlatma-durdurma

Başlıca CO₂ emisyonunun azaltılması gerekliliği nedeniyle, içten yanmalı motorlarda otomatik başlatma-durdurma işletimi teşvik edilmektedir. Otomatik başlatma-durdurma işletiminde, araç durduğunda motor durur ve harekete geçmek için tekrar otomatik olarak çalışır. Bu, motor içi kaymalı yataklardan artırılmış karışık sürtünme direnci gerektirir. Her çalıştırma ve durdurma işleminde yataklar hidrodinamik çalışma alanından çıkar ve kayma hızının sıfır noktasına kadar karışık sürtünme alanından geçer. Yalnızca bu amaçla özel olarak optimize edilmiş kaygan tabakalar, kaymalı yatak için tribolojik açıdan son derece kritik olan bu koşullar altında yeterli aşınma direncini garanti eder.

Parça yüzeyi

Bir yatak kovanının ayırma yüzeyleri, içi boş silindir kesitinin serbest uçlarıdır. Bu yüzeyler, sacın banttan ayrılması veya buna yönelik son işlem sırasında oluşur. Montaj sırasında üst ve alt kovan gövde içinde ayırma yüzeyleri üzerinden sıkıştırılır ve böylece çıkıntı sayesinde pres geçme elde edilir.

Polimer kaplama

Aynı zamanda polimer kayganlaştırıcı vernik. Bu katman, yüksek oranda sürtünme ve aşınma azaltıcı dolgu maddelerine sahip olan ısıya ve kire dayanıklı bir poliamid reçineden oluşur. Yeni metal ve polimer kombinasyonunun sonucu olarak klasik çift katmanlı yataklara kıyasla %20 daha fazla yüklenilebilirlik, daha yüksek aşınma dayanıklılığı ve daha az sürtünme elde edilmektedir.

Pres geçme ve çıkıntı

Burçlar ve yatak kovanları esas olarak gövdede pres geçmelerle sabitlenir. Yatak kovanlarında pres geçme, iki yarım silindirin 180°'den daha büyük bir çevre uzunluğunda üretilmesiyle sağlanır. Yatak kovanının gerçek çevre uzunluğu ile 180°'ye göre alınan çevre uzunluğu arasındaki fark çıkıntı olarak adlandırılır. Yatak kovanının çıkıntısı pres geçmeyi doğrudan etkiler.

Sabitleme kamı

Sabitleme çıkıntıları, yatak kovanlarında ayırma yüzeyi bölgesine yerleştirilir. Montaj sırasında hataları, eksenel konumlandırma sayesinde önlerler.

Sıvı sürtünmesi

Aynı zamanda akışkan sürtünmesi olarak da adlandırılır. Hidrodinamik kaymalı yataklarda düşük devirlerde taşıyıcı bir yağlama tabakası oluşmaz, burada muylu ile kaymalı yatak arasında karışık sürtünme meydana gelir. Ancak yalnızca ayırma devrinden itibaren akışkan sürtünmesi, yani istenen durum, başlar. Bu durumda taşıyıcı bir yağlama tabakası oluşur ve muylu ile kaymalı yataktaki aşınma en aza indirilir.

Yiv sistemi / yağlama yivi

Yatakta gerekli yağlayıcıyı dağıtmak ve böylece hidrodinamik bir çalışma durumunun oluşmasını sağlamak için yiv sistemleri gereklidir. Bunlar tercihen yatakların yüklenmeyen bölgelerine yerleştirilir. Yiv sistemleri sayesinde yağlayıcının diğer tüketicilere dağılımı da sağlanır.

Yuvarlaklık

Bir dönel elemanın bir kesitteki (gerçek eksenine dik) yuvarlaklığı, ortak bir merkeze sahip iki daire arasındaki halka genişliğinin en küçük değeri ile tanımlanır. Merkez bu kesitte serbestçe hareket ettirilebilir, böylece halkanın genişliği en küçük değere ulaşır. Bu durumda elemanın tüm noktaları bu iki dairenin arasında yer alır.

Yük izi / yüklenme izi

Çalışma sırasında muylu ile temas sonucu oluşan, yatak çalışma yüzeyinin görünümüdür.

BİLGİ TRANSFERİ

UZMANLARDAN UZMANLIK BİLGİLERİ

DÜNYA ÇAPINDA EĞİTİMLER

Doğrudan üreticiden

Her yıl yaklaşık 4500 mekaniker ve teknisyen, tüm dünyadaki müşterilerimizin kendi yerlerinde veya Neuenstadt, Dormagen ve Tamm (Almanya) şehirlerindeki kendi eğitim merkezlerimizde verdiğimiz eğitimlerimizden ve seminerlerimizden yararlanıyor.

TEKNİK BİLGİLER

İşin ustalarından uygulama bilgileri

Product Information, Service Information belgelerimiz, teknik broşürlerimiz ve posterlerimiz ile her zaman en güncel teknik bilgilere sahip olursunuz.

TEKNİK VİDEOLAR

Video üzerinden bilgi aktarımı

Teknik videolarımız içinde ürünlerimiz ile ilgili uygulamalara yönelik montaj bilgilerini ve sistem açıklamalarını bulabilirsiniz.



ÜRÜNLERE ONLİNE GENEL BAKIŞ

Çözümlerimiz ayrıntılarıyla açıklanır

İnteraktif öğeler, animasyonlar ve video kliplerden yararlanarak, motorların içinde ve etrafında yer alan ürünlerimiz ile ilgili bilmeniz gereken tüm değerli bilgileri öğrenin.

ONLİNE MAĞAZA

Ürünlerimize doğrudan erişim

Günün her saati sipariş verebilirsiniz. Ürünün mevcudiyetini hızlıca kontrol edebilirsiniz. Motor, araç, ölçüler vs. üzerinden kapsamlı ürün araması yapabilirsiniz.

HABER BÜLTENİ

E-posta ile düzenli bilgilendirme

Ücretsiz haber bültenimize hemen online olarak üye olun ve ürün yeniliklerinin, teknik yayımların ve daha birçok ayrıntının yer aldığı bilgilerin size düzenli olarak gönderilmesini sağlayın.

BİREYSEL BİLGİLER

Müşterilerimize özel

Bizden geniş hizmet yelpazemize ilişkin kapsamlı bilgiler ve ürünlerimizle ilgili kapsamlı hizmetler alabilirsiniz, örn. kişiselleştirilmiş satış teşvik materyalleri, satış promosyonları, teknik destek hizmetleri ve çok daha fazlası.



TECHNİPEDIA

Motorlar ile ilgili teknik bilgiler

Technipedia ile, sahip olduğumuz know-how birikimini sizlerle paylaşıyoruz. Burada doğrudan işin uzmanları tarafından sunulan en doğru uzmanlık bilgilerine ulaşabilirsiniz.

MOTORSERVICE APP

Teknik know-how için mobil erişim

Ürünlerimiz ile ilgili en güncel bilgilere ve hizmetlere en hızlı ve kolay şekilde erişin.

SOSYAL MEDYA

Her zaman güncel





HEADQUARTERS:

MS Motorservice International GmbH

Wilhelm-Maybach-StraÙe 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

www.ms-motorservice.com

MS Motorservice İstanbul

Dış Ticaret ve Pazarlama A.Ş.

Maslak Mh. Büyükdere Cd. No: 237

Noramin İş Merkezi Kat: 1 / 118

34398 Sarıyer – İstanbul / Türkiye

Telefon: +90 212 285 42 65

Faks: +90 212 285 42 68

www.ms-motorservice.com.tr

www.rheinmetall.com

© MS Motorservice International GmbH – 50003 859-08 – TR – 05/17 (082025)

