



Motor parçaları

Hasar görüntüleri: nedenleri,
çözümü ve önlenmesi

Önsöz

MAHLE, otomotiv sanayiinde motor bileşenleri ve sistemlerinin en önemli geliştirme partnerlerinden ve üretici firmalarından biridir.

MAHLE mühendisleri, motor ve araç üreticileri ile ortaklaşa çalışarak, dünya çapında en yüksek kalitede ürünler üretmektedir.



Ayrıntılı
bilgiler için:

www.mahle-aftermarket.com

Aynı yüksek kalite standartları, Aftermarket pazarına yönelik yedek parçalar için de geçerlidir.

Üretim sürecinde ve sonrasında gerçekleştirilen çok sayıda denetim işlemi, MAHLE ürünlerinin değişmeyen yüksek kalite seviyesini güvence altına almaktadır. Uygulamada beklenmedik arızalar meydana gelirse, bunların nedeni çoğunlukla motorun çevresinden kaynaklanmaktadır. Kullanım ve montaj hataları veya uygun olmayan ekipmanlar da arıza nedenleri arasında sayılmaktadır.

Bu broşürde tipik hasar görüntüleri derlenmiştir. Broşür, hasarların nedenini göstermekte ve bu tür hasarların gelecekte önlenmesine yönelik ipuçları vermektedir. Bu sayede olası hasar nedenlerini aramanın kolaylaştırılması amaçlanmaktadır. Bu bilgiler ürünlerimizin uzun süreli ve güvenilir bir şekilde çalışmasına ve dolayısıyla uzun motor hizmet ömrüne katkıda bulunmaktadır.

Buna ek olarak uzmanlarımız, açıklaması bu broşürün kapsamını aşacak karmaşık hasar süreçleriyle de karşı karşıya kalmaktadır. Ürünlerimizde sebebi anlaşılmayan bir hasar vakasıyla karşılaşılması durumunda, bunları şirketimizde incelemekten ve size hasar ekspertizi sunmaktan memnuniyet duyarız. Lütfen yakınınızda bulunan yetkili bir satış ortağı ile iletişime geçin.



İçindekiler

1. Genel konular

1.1	Motorla kirlilik nedeniyle aşınma	06
1.2	Yakıt taşması	08
1.3	Sıvı darbe etkisi	10
1.4	Artan yağ tüketimi	12

2. Pistonlar

	Tipleri	18
	Montaj önerileri	22
	İşaretlemeler	24
2.1	Piston kafası ve piston segmanı bölümü	
2.1.1	Yanmış piston kafası (benzin ve dizel motorlarında)	26
2.1.2	Erimeler (benzinli motorda piston kafası ve ateşleme setinde)	28
2.1.3	Erimeler (dizel motorunda piston kafası ve ateşleme setinde)	30
2.1.4	Kırılmış segman ara setleri	32
2.1.5	Piston kafasında supap vurmaları ve pistonun silindir kafasına çarpması	34
2.1.6	Piston kafasında çatlaklar	36
2.2	Piston eteği	
2.2.1	Basınç ve karşı basınç tarafında piston sürtünme hasarı (sadece piston eteği bölgesinde)	38
2.2.2	Piston eteğinde tek taraflı piston sürtünme hasarı	40
2.2.3	Pim deliğinin yanında diyagonal yönde piston sürtünme hasarı	42
2.2.4	Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü	44
2.2.5	Sadece piston eteğinin alt tarafında piston sürtünme hasarı	46
2.2.6	Piston eteğinde pürüzlü, mat yüzeyli kuvvetli aşınma	48

2.3	Destek – Piston pimi yuvası	
2.3.1	Pim deliğinde sürtünme hasarı	50
2.3.2	Piston pim yatağı bölgesinde çukurlaşmış piston yüzeyi	52

3. Piston segmanları

	Tipleri ve teknik terimler	56
	Montaj önerileri	58
3.1	Yanık izleri olan piston segmanları ve piston eteğinde sürtünme hasarı	60
3.2	Kırılmış piston segmanları nedeniyle piston segman bölümünün hasar görmesi	62
3.3	Piston segman yuvalarının ve piston segmanlarının kuvvetli aşınması	64
3.4	Piston segmanlarının kuvvetli radyal aşınması	66
3.5	Piston segmanları değiştirildikten sonra artan yağ tüketimi	68

4. Silindir gömlekleri

	Tipleri ve teknik terimler	72
	Soğutma kanatlı silindirler ve silindir gömlekleri için montaj önerileri	73
	Silindir gömlekleri ve soğutma kanatlı silindirler için contalar	76
4.1	Silindir gömleklerinin dış yüzeyinde oyuklar (Kavitasyon)	78
4.2	Silindir gömleklerinde kopmuş flanş	80
4.3	Silindir gömleklerinde uzunlamasına çatlaklar	82
4.4	Ön işleme tabi tutulmuş silindir gömleğinin dışında ve içinde sürtünme hasarı (WN/LS)	84

5. Supaplar

	Tipleri ve teknik terimler	86
	Montaj önerileri	87
	Supap kılavuzları	88
	Supap bagaları	90
5.1	Supap sapında sürtünme hasarı	92
5.2	Supap sapında deformasyon	94
5.3	Supap kanalında kırılma	96
5.4	Supap kafası bölgesinde kırılma	98
5.5	Supap yuvasının aşınması	100
5.6	Supap kafasının deforme olması	102
5.7	Yanmış supap kafası	104

6. Kaymalı yataklar

	Yatak tipleri	108
	Yatak montaj yerleri	109
	Tipleri ve teknik terimler	110
	Montaj önerileri	113
6.1	Kaymalı yatakların çalışma yüzeyinde çizik izleri ve yabancı cisimler	114

6.2	Kaymalı yatakların çalışma yüzeyinde lokal aşınma izleri	116
6.3	Kaymalı yataklarda birleşim yeri bölgesinde kuvvetli aşınma izleri	118
6.4	Kaymalı yatağın dış yüzünde parlak bölgeler, çalışma izleri veya korozyon	120
6.5	Kaymalı yatağın dış kenarının aşınması veya hasar görmesi	122
6.6	Tüm ana yatak burçlarında kuvvetli aşınma	124
6.7	Kaymalı yataklarda düzensiz temas yüzeyi görüntüsü	126
6.8	Kaymalı yataklarda sürtünme hasarı	128
6.9	Kaymalı yatakların yatak tabakasından malzeme kopmaları	130
6.10	Kaymalı yataklarda gözenekli yatak tabakası	132

Açıklamalı sözlük 134

Ürün portföyümüz 138

Bilgilendirme hizmetlerimiz 139

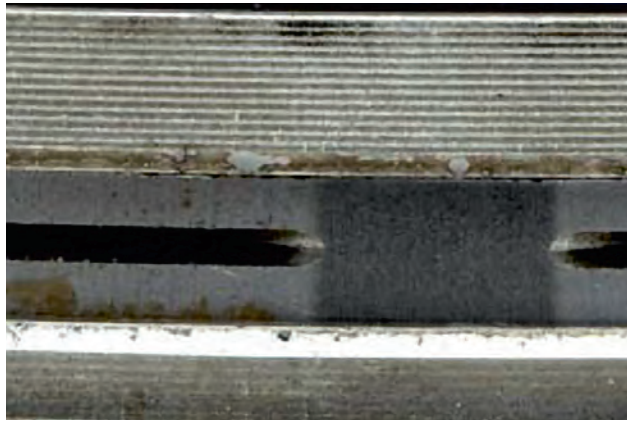
1.1 Motorda kirlilik nedeniyle aşınma



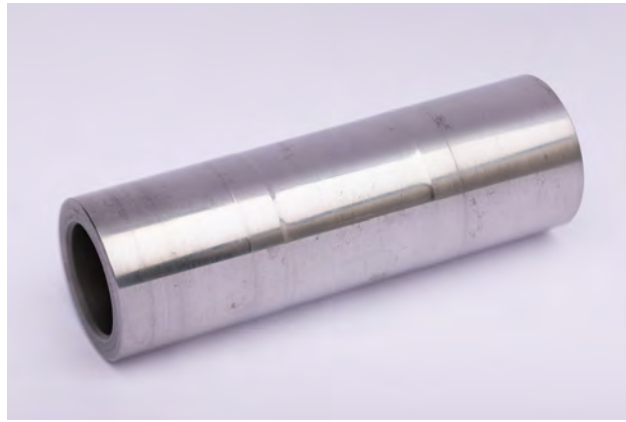
Resim 1 Pistonda kirlilik nedeniyle aşınma – uzunlamasına doğrultuda derin çizik izleri



Resim 2 Piston segmanlarının aksel olarak aşınması



Resim 3 Aşın derecede aşınmış yağ kontrol segmanı



Resim 4 Aşınmış piston pimi

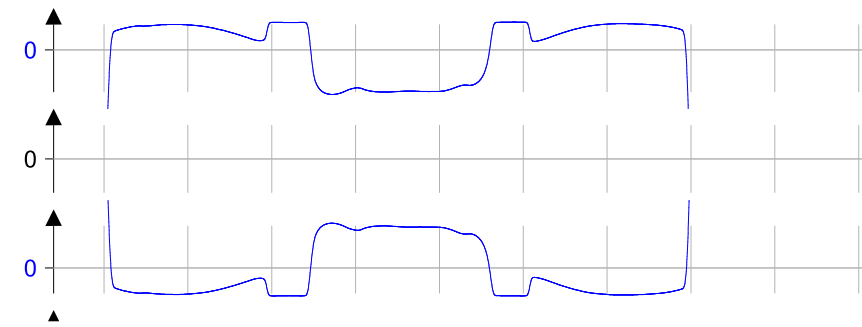
Bulgu:

Motorda kirlilik nedeniyle aşınma genellikle artan yağ tüketimi ile kendini belli eder. Bununla birlikte, bileşenlerin incelenmesinde farklı hasar görüntüleri ortaya çıkar:

- Piston eteğinin basınç ve karşı basınç tarafında mat, geniş bir temas yüzeyi görüntüsü var (Resim 1).
- Piston eteği (Resim 2) ve birlikte çalışan parça (silindir çalışma yüzeyi) üzerindeki yüzey profili aşınmıştır (Resim 3).
- Piston eteği, piston segmanları ve silindir çalışma yüzeyinde, çalışma yönünde ince çizik izleri vardır.
- Piston segmanlarında ve segman yuvalarının yan yüzünde yükseklik aşınması vardır (Resim 4).
- Piston segmanları daha büyük bir segman ağız açıklığına sahiptir. Bu durumda segman kenarları çok keskin olabilir.
- Yağ kontrol segmanının sıyırma yüzeyleri aşınmıştır (Resim 3).
- Piston piminde uzunlamasına yönde dalgalı bir profile sahip çizik izleri vardır (Resim 4+5).
- Diğer bileşenlerde de örneğin supap sapında kirlilik nedeniyle aşınmalar görülebilir.

Çözüm/Önleme:

- Emme sisteminde sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Montajdan önce yağ karteri ve emme borularındaki kirler temizlenmelidir.
- Montaj sırasında temizliğe dikkat edilmelidir.
- Hava filtresi kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.



Resim 5 Piston piminin dış yüzeyinde çizikler

Nedenleri:

Hasarlı silindirlerin sayısına ve piston segmanlarının aşınma durumuna bağlı olarak, kirlilik nedeniyle aşınmadan kaynaklanan çok sayıda hasar görüntüsü arasında bir ayrım yapılabilir:

Sadece bir silindir hasar görmüşse ...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler bir silindirin emme sistemi aracılığıyla, yani yukarıdan yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ya da montajdan önce temizlenmeyen kir birikintilerinden kaynaklanır.

Birden fazla ya da tüm silindirler hasar görmüşse ...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler tüm silindirlerin ortak emme sistemi aracılığıyla yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ve/veya hasar görmüş ya da artık mevcut olmayan bir hava filtresinden kaynaklanır.

...ve üçüncü piston segmanı birinci segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, burada sorunun kaynağının kirlenmiş motor yağı olduğu söylenebilir.

Motor yağı, montajdan sonra motorda kalan kirliliğe bağlı olarak kirlenmiş olabilir. Motor yağının ve yağ filtresinin fazla uzatılmış değişim aralıkları da buna neden olabilir.

1.2 Yakıt taşması



Resim 1 İncelmiş motor yağı nedeniyle pim deliğinde çukurlaşmalar



Resim 2 Tek taraflı sürtünme hasarı görünümü

Bulgu:

- Piston eteği mat, lokal olarak koyu renkli bir temas yüzeyi görüntüsüne sahiptir ve lokal olarak serpiştirilmiş sürtünme hasarı ve çizik izleri var (Resim 2).
- Piston segmanlarında çizik izleri var, bazen ilave olarak segman yüzeyinde yanmış bölgeler, yanma izleri görülebilir.
- Silindir gömleğindeki honlanmış yüzey veya silindir çalışma yüzeyi önemli ölçüde aşınmış.
- Piston piminde kuvvetli aşınma izleri görülüyor. Pim deliğinde Pitting (çukurlaşma) oluşumu görülebiliyor (Resim 1).

Nedenleri:

Yağdaki çok yüksek yakıt oranı, yağ filmini inceltir, bu da yağın taşıma kapasitesini önemli ölçüde azaltır ve böylece motor parçalarının aşınması artar. Bu tür bir hasarın aşağıda belirtilen nedenleri olabilir:

- Enjeksiyon sistemi yanlış ayarlanmıştır.
- Soğuk çalıştırmada karışım oranı aşırı zengindir.
- Enjektör memeleri hatalı çalışıyor.
- Sık sık kısa mesafeli işletim durumunda dizel parçacık filtresinin (DPF) rejenerasyon döngüsü daha sık kesintiye uğrar. Bunun sonucunda yanmamış yakıt motor yağında birikir.
- Boşluk ölçüsünün çok küçük olması durumunda piston silindir kafasına çarpabilir ve bu da enjektör memelerinde yakıtın kontrolsüz bir şekilde püskürtülmesine yol açabilir.
- Kompresyon basıncı çok düşük. Bunun nedenleri şunlar olabilir:
 - Bir supap sızdırıyor olabilir.
 - Silindir kafası contası sızdırıyor olabilir.
 - Kontrol zamanları doğru ayarlanmamıştır.
 - Boşluk ölçüsü çok büyüktür.
 - Bir veya birden fazla piston segmanı hasarlıdır.
 - Ateşleme sisteminde bir hata oluşmuştur, örneğin arızalı bir buji.

Çözüm/Önleme:

- Enjeksiyon sistemi doğru ayarlanmalıdır (soğuk çalıştırmada zenginleştirme vs.).
- Enjektör memeleri kontrol edilmelidir.
- Montaj ölçülerine uyulmalıdır.
- Yakıt filtresi değişim aralığına uyulmalı ve ağır çalışma şartlarında buna uygun şekilde kısaltılmalıdır.
- Bujiler kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.
- Özellikle dizel araçlarda, DPF rejenerasyonunun tamamlanabilmesi için düzenli olarak daha uzun mesafeler kat edin. Montaj sırasında temizliğe dikkat edilmelidir.

1.3 Sıvı darbe etkisi



Resim 1 Sıvı darbe etkisi nedeniyle parçalanmış ticari araç pistonu



Resim 2a Piston kafasından pim deliğine kadar zorlama sonucu kırılma



Resim 2b Zorlama sonucu kırılmanın yakından görünümü

Bulgu:

Sıvı darbe etkisi, çok büyük kuvvetler açığa çıkarır. Bunlar birçok bileşeni etkileyebilir:

- Piston parçalanmış veya deforme olmuş (Resim 1).
- Biyel kolu eğrilmiş ve kırılmıştır (Resim 3).
- Pim yuvasının birinde veya her ikisinde birden, kısmen tüm piston üst parçası boyunca yukarı doğru uzanan bir çatlak veya kırık vardır (Resim 2a+b).
- Piston pimi kırılmıştır.

Nedenleri:

Bu hasarın nedeni, yanma odasına giren sıvılar, su veya yakıttır. Su ve yakıt sıkıştırılmadığından, sıvı darbe etkisi ile pistonda, piston piminde, biyel kolunda, silindir kafasında, yağ karterinde, yataklarda ve krank milinde ani bir zorlama olur. Aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı çok fazla sıvı yanma odasına girebilir:

- Emme sistemi üzerinden yanma odasına su (örneğin suyun içinden geçerken) girmiştir.
- Hasarlı contalar nedeniyle yanma odasına soğutma sıvısı girmiştir.
- Anzalı bir enjektör memesi nedeniyle yanma odasına çok fazla yakıt girmiştir.

Çözüm/Önleme:

- Bir motorun yenilenmesi sırasında kusursuz contalar kullanılmalıdır. Kusurlu contalar değiştirilmelidir.
- Enjektör memeleri kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.



Resim 3 Sıvı darbe etkisi nedeniyle eğrilmiş ve kırılmış biyel kolu

1.4 Artan yağ tüketimi



Resim 1 Bu lamba yandığında motoru derhal durdurun!



Resim 2 Yağ segmanı tıkanmış

Bulgu:

Belirli bir miktar yağ tüketimi normaldir. Motor tipine ve zorlamaya bağlı olarak değişir. Üretici tarafından belirtilen yağ tüketimi aşılsa, örneğin sızıntılar veya benzeri nedenlerden kaynaklanan yağ eksilmesinden farklı olarak, artan yağ tüketiminden bahsedilir.

Nedenleri:

- Turboşarjdaki sızıntılar nedeniyle, örneğin aşınmış yataklar nedeniyle, emme kanalı üzerinden yanma odasına yağ girmiştir.
- Turboşarjdaki yağ geri dönüş hattı tıkanmış veya koklaşmıştır. Yağ devridaiminde bundan dolayı artan basıncın bir sonucu olarak, yağ turboşarjdan emme kanalına ve egzoz sistemine basılmıştır.
- Yağ, yakıtla birlikte yanma odasına girmiştir – örneğin, genellikle motorun yağ devridaimi aracılığıyla yağlanan aşınmış bir enjeksiyon pompası aracılığıyla.
- Sızdıran bir emme sistemi nedeniyle yanma odasına kir parçacıkları girmiş ve burada aşınmayı artırmıştır (ayrıca bkz. Bölüm "1.1 Motorda kirlilik nedeniyle aşınma", Sayfa 6).
- Piston, piston taşıma mesafesi yanlış olduğunda silindir kafasına çarpabilir. Bunun sonucunda oluşan titreşimler enjektör memesini etkiler. Olası sonuç: Enjektör memesi artık tamamen kapanmaz, bunun sonucunda yanma odasına çok fazla yakıt girer ve yakıt taşması meydana gelir (ayrıca bkz. "1.2 Yakıt taşması", Sayfa 8).
- Motor yağı eskimiş, örneğin;
 - Fazla uzatılmış yağ değişim periyotları nedeniyle aşırı eskimiş yağ veya
 - Düşük kaliteli, onaylanmamış yağlar nedeniyle.

- Sonuç, çok fazla yağ kurumu ve kurum oluşumudur. Yağdaki bu asılı maddeler piston segmanlarını tıkayabilir ve yağ kontrol segmanlarındaki yağ geri dönüş deliklerini tıkayabilir (Resim 2).
- Eğrilmiş veya burkulmuş biyel kolları, yanma odası artık yeterince sızdırmaz olmayacak şekilde pistonun eğri çalışmasına neden olur (ayrıca bkz. Bölüm "2.2.4 Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü", Sayfa 44). En kötü durumda piston pompa etkisi yaratabilir. Bu durumda yağ aktif olarak yanma odasına beslenir.
- Piston segmanları kırılırsa, sıkışır veya yanlış monte edilirse, bu durum yanma odasının yağ karterine sızdırmazlığının yeterince sağlanamamasına neden olabilir. Bu sızıntı nedeniyle yağ yanma odasına girebilir.
- Silindir kafası civataları yanlış sıkılmış. Bu nedenle deformasyonlar ve dolayısıyla yağ devridaiminde sızıntılar olabilir.
- Aşınmış pistonlar, piston segmanları ve silindir çalışma yüzeyleri nedeniyle kaçak (Blow-by) egzoz gazlarının miktarı artar. Bu da yağ karterinde aşırı basınca neden olur. Basınç çok yüksek olduğunda, yağ karteri havalandırması üzerinden yanma odalarına yağ buharı basılabilir.
- Çok yüksek yağ seviyesi durumunda, krank mili yağ karterindeki motor yağına daldırılır ve bu da yağ buharı oluşumuna neden olur. Buna ek olarak, eski veya düşük kaliteli yağlarda yağ köpüğü oluşumu meydana gelebilir. Yağ buharı veya köpüğü daha sonra motor havalandırması yoluyla kaçak egzoz gazlarıyla birlikte emme kanalına ve dolayısıyla yanma odalarına ulaşır.
- Yanma prosesindeki aksaklıklarda yakıt taşması oluşabilir. Yağın yakıtla inceltilmesi nedeniyle, pistonun, piston segmanlarının ve silindirin çalışma yüzeyinin aşınması aşırı derecede artar (ayrıca bkz. Bölüm "1.2 Yakıt taşması", Sayfa 8).
- Düşük kaliteli yağlar genellikle daha düşük taşıma kapasitesine sahiptir ve bu nedenle daha fazla aşınmaya neden olabilirler.

- Örneğin eski ve/veya yanlış sıkılmış silindir kafası civatalarının neden olduğu bir silindir deformasyonu durumunda, piston segmanları yanma odasının yağ karteri yönünde sızdırmazlığını artık yeterince sağlayamaz. Bundan dolayı yağ buharı yanma odasına ulaşabilir. Hatta aşırı deformasyonlarda pistonun pompa etkisi bile oluşabilir, yani yağ, düzenli olarak yanma odasına pompalanır.
- Hatalı işlenmiş ve kötü honlanmış silindir çalışma yüzeyi, yeterli miktarda yağ tutunmasını engeller. Bunun sonucunda piston, piston segmanları ve silindir çalışma yüzeyi gibi birlikte çalışan parçalar daha fazla aşınır ve dolayısıyla yağ karterine doğru sızdırmazlık yetersiz kalır. Araları dolmuş/aşınmış honlama taşları kullanılırsa, honlama temiz bir şekilde kesilmez, aksine ezilir ve bulaşır, bundan

dolayı da sıvanmış yüzey olarak adlandırılan durum meydana gelir. Bu şekilde üzeri kapatılan grafit lameller artık görevlerini yerine getiremezler. Buna ek olarak, piston segmanlarından sıvama malzemesi (metal pullar) çıkarılır. Bu süreçte gevşeyen metalik parçacıklar, çizik izlerine ve aşınmaya neden olur.

- Basınçlı hava sistemleri için kompresörlerde, sızdıran bir supap başı silindirde yoğunlaşma suyu oluşmasına neden olabilir. Bu yoğunlaşma suyu, yağlama yağını incelterek pistonun, piston segmanlarının ve silindir çalışma yüzeyinin daha fazla aşınmasına neden olur. Yağ ayrıca basınçlı hava sistemine girer ve diğer bileşenlere zarar verir (ayrıca Filtre Hasar Broşürü'ne de bakın).



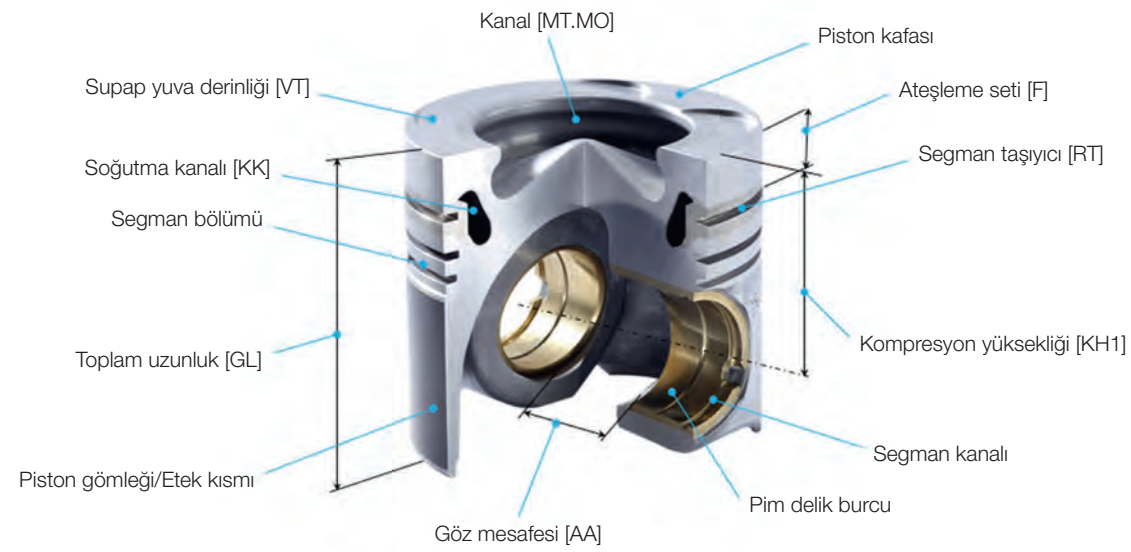
Resim 3 Duman çıkaran egzoz



2. Pistonlar

MAHLE orijinal yedek pistonlar, monte edilmiş piston segmanları ile birlikte montaja hazır durumdadır. Pistonların ana ölçüleri ve özellikleri katalogda belirtilmiştir. Piston çapı, montaj boşluğu ve duruma göre montaj yönü piston kafası üzerinde işaretlenmiştir. Belirtilen piston çapı, ilgili montaj boşluğuna eklendiğinde silindir çapı elde edilir.

Pistonu takarken, montaj yönüne dikkat edilmelidir. Tek tek piston segmanlarının ağız açıklıkları, piston çevresi boyunca eşit olarak dağıtılmalıdır. Pim tespit segmanı, ağız açıklığı üstte veya altta olacak şekilde monte edilmelidir. Silindir deliği veya piston ve segmanlar yağlanmalıdır. Pistonu silindir deliğine takarken hasar görmesini önlemek için, uygun bir montaj aleti (örneğin segman bileziği) kullanılmalıdır.



Tipleri

Dünyanın en büyük piston üreticisi olarak, portföyümüzde çok sayıda ürün ve malzeme seçeneği bulunmaktadır.

Ürün portföyümüzde döküm veya elektron ışını kaynaklı alüminyum pistonların yanı sıra alüminyum, sfero döküm ve çelik tabanlı montajlı pistonlar da bulunmaktadır. Montajlı pistonlar, zamana meydan okuyan bir malzeme olan dövme çelik piston üst parçalarına cıvatalanmıştır. Çelik pistonlar sadece cıvatalı versiyonlar olarak tedarik edilmemektedir, aynı zamanda sürtünme kaynaklı veya yüksek sıcaklıkta lehimlenmiş olarak da mevcuttur. Büyük motorlar için MAHLE piston programı, 580 mm'ye kadar çapa sahip ürünleri içermektedir.

Büyük pistonların uygulama alanları

- Demiryolu araçları
- Özel araçlar
- Gemi işletme teknolojisi
- Petrol ve gaz
- Endüstriyel motorlar



Yanal çekirdekten eksenlenmiş ECOFORM® pistonlar

Binek araç benzinli motorları için ağırlığı optimize edilmiş pistonlar. Özel bir döküm teknolojisi sayesinde bu pistonlar aynı anda düşük ağırlık ve yüksek konstrüksiyon direnci sunarlar.



AUTOTHERMATIK®/HYDROTHERMATIK® pistonlar

Bu pistonlar esas olarak binek araçlar için yüksek yük altındaki benzin ve dizel motorlarında kullanılmaktadır. Döküm çelik plakalara sahiptirler, ancak yanlı değildir. Bu sayede daha yüksek dayanıklılığa sahip homojen bir gövde oluştururlar.



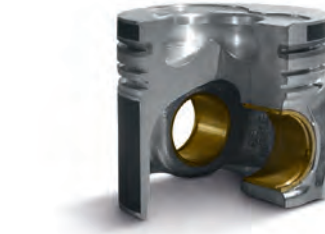
AUTOTHERMIK®/HYDROTHERMIK® pistonlar

Bu tür çok pürüzsüz çalışan pistonlar tercihen binek araç motorlarına monte edilir. Döküm çelik plakalara sahiptirler ve segman bölümünden etek bölümüne geçişte olukludur.



Soğutma galerili ve segman taşıyıcı pistonlar

Bu pistonlarda, segman taşıyıcı ve soğutma galerisi özel bir üretim yönteminde bir sistem halinde birleştirilir. Bu sayede bu pistonlar, özellikle birinci segman yuvasında önemli ölçüde iyileştirilmiş ısı aktarımına sahiptir.



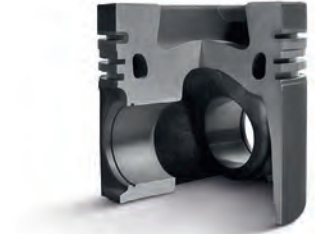
Pim delik burçlu segman taşıyıcı pistonlar

Dizel motorlara yönelik bu pistonlar, özellikle dizel motorlarındaki birinci yuvada aşınma direncini artırmak için piston malzemesine metalik olarak sabitlenmiş özel dökme demirden yapılmış bir segman taşıyıcıya sahiptir. Özel bir malzemeden yapılmış pim delik burçları sayesinde, pim yük kapasitesi artırılmıştır.



MONOTHERM® pistonlar

Binek araçlar ve son derece yüksek konstrüksiyon direncine sahip ticari araçlar için tek parça dövme çelik piston, 220 bar ve daha fazla basınca sahip modern yanma odaları için geliştirilmiştir. Açık bir etek kısmına sahip ve kısa bir piston pimi ile birleştirilmiş versiyonda, ağırlık bir alüminyum pistonun ağırlığı ile karşılaştırılabilir.



Soğutma kanallı ve piston kafası güçlendirilmiş segman taşıyıcı pistonlar

Yüksek yük altındaki dizel motorlarında bu pistonlar kullanılır. İlave koruma olarak ve yanma odası kenarı veya kafa çatlaklarını önlemek için, bu pistonlar piston kafası kısmında özel bir sert eloksal tabakaya (HA tabakası) sahiptir.



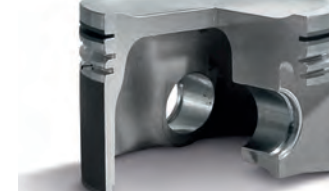
Soğutma kanallı segman taşıyıcı piston

Özellikle yüksek çalışma sıcaklıklarının geçerli olduğu her yerde soğutma kanallı segman taşıyıcı pistonlar kullanılır. Piston kafasındaki ve segman bölümündeki sıcaklıkların daha yüksek olması nedeniyle, soğutma kanalında dolaşan yağ tarafından yoğun soğutma gerçekleştirilir.



Döküm tek parça etek pistonlar

Piston kafası, segman bölgesi ve etek kısmı sağlam bir ünite oluşturur. Döküm tek parça etek pistonlar uzun ömürlüdür ve benzin ve dizel motorlarında çalışırlar. Uygulama alanları model motorlardan büyük motorlara kadar değişmektedir.



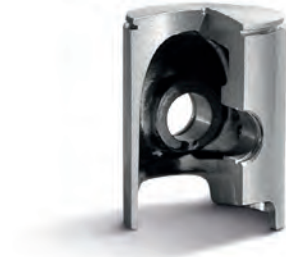
Dövme tek parça etekli pistonlar

Bu pistonlar çoğunlukla yüksek yük altındaki seri motorlarda ve yarış motorlarında bulunur. Üretim yöntemi nedeniyle, daha küçük çeper kesitleri ve daha düşük piston ağırlıkları sağlayan daha yüksek dayanıklılığa sahiptirler.



FERROTHERM® pistonlar

Bu pistonlar, piston pimi aracılığıyla hareketli bir şekilde birbirine bağlanan çelik bir piston kafası ve alüminyum bir piston eteğinden oluşur. Yüksek dayanıklılık ve düşük aşınma değerleri nedeniyle, bu pistonlar özellikle yüksek yük altındaki dizel motorları için düşük egzoz gazı ve emisyon sınır değerlerine uyum sağlar.



İki zamanlı motor pistonları

İki zamanlı motorların yüksek mekanik ve termik yükleriyle başa çıkabilen özel alüminyum alaşımlarından yapılmış pistonlardır.



MonoWeld® ticari araç pistonları

Sürtünme kaynaklı çelik piston, yüksek termik yük kapasitesi ile etkileyicidir ve 230 bar'dan daha yüksek ateşleme basınçları sağlar. Kapalı, sert yapısı, daha ince et kalınlıkları mümkün olduğundan, daha iyi bir yanma odası kenar soğutması sağlar. Eki etek kısmı, daha iyi yanıl yönlendirme ve dolayısıyla daha düşük bir kaviteyasyon eğilimi sağlar.

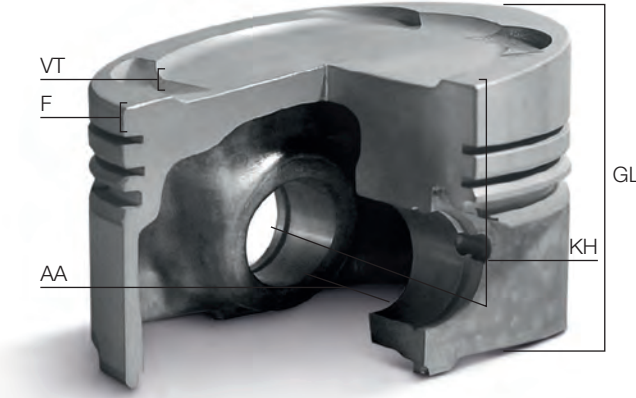
Teknik terimler

İşlenmemiş parça türleri

- F = Sıkıştırma döküm piston
- KB = FERROTHERM® pistonlar
- L = Tek parça etekli piston
- MT = MONOTHERM® pistonlar
- P = Dövme piston
- V = AUTO-/HYDROTHERMIK® pistonlar/
AUTO-/HYDROTHERMATIK® pistonlar

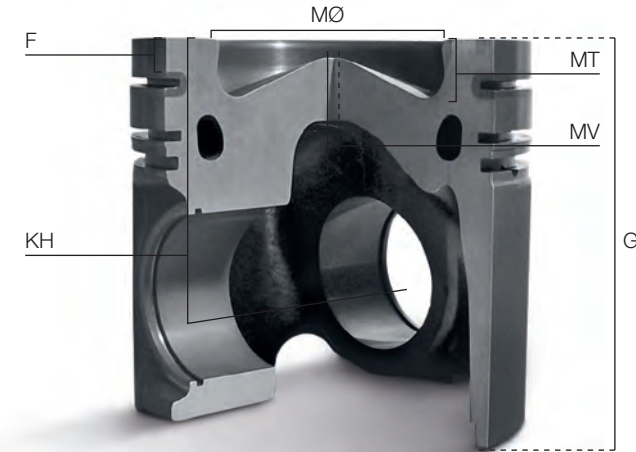
- AK = Soğutma yağı püskürtme memesi için girinti
- DRT = Çift segman taşıyıcı
- KK = Soğutma kanalı
- RT = Segman taşıyıcı
- GRT = Soğutma galerili segman taşıyıcı
- Fe = Demir kaplamalı
- HA = Sert anodize
- C = Grafit kaplamalı

Teknik terimler



Piston (ölçüler)

- AA = Göz mesafesi
- F = Ateşleme seti yüksekliği
- GL = Tüm uzunluk
- KH = Kompresyon yüksekliği
- MØ = Kanal çapı
- MT = Kanal derinliği
- MV = Yanma hücresi kaçıklığı
- ÜH = Yükselti
- VT = Supap yuva derinliği



Piston pimi

Pim ölçüleri:
Pim dış çapı x Toplam uzunluk

- FB = Profilli piston pimi
- NB = Pim delik burcu
- S = Sıkı geçmeli/sıkıştırılmalı biyel kolu
- T = Trapez biyel kolu
- ST = Kademeli biyel kolu

Montaj önerileri

MAHLE yedek pistonlar, monte edilmiş piston segmanları ile birlikte montaja hazır durumdadır. Piston çapı, montaj boşluğu ve montaj yönü piston kafası üzerinde işaretlenmiştir. Belirtilen piston çapı, ilgili montaj boşluğuna eklendiğinde silindir çapı elde edilir. Preslenmiş nominal piston çapını elde etmek için, grafit kaplamalı etekli pistonlarda ölçülen piston çapından 0,015 ila 0,020 mm'lik bir kaplama kalınlığı çıkarılmalıdır.

Örnek

Grafit katman üzerinde ölçülen çap	90,00 mm
Piston kafasında işaretlenen çap	– 89,96 mm
-----	-----
Grafit kaplamanın katman kalınlığı	0,04 mm

Piston segmanları son derece dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. Aşırı eğilikle yapılan herhangi bir gereksiz çıkarma ve yeniden takma işlemi kalıcı deformasyona neden olur ve çalışma performansını bozar. Piston pimleri korozyona karşı korumalı bir şekilde paketlenmiştir ve tıpkı pim tespit segmanları gibi (gerekirse) pistonla birlikte verilir. Piston pimleri ilgili toleransta seçilir ve piston tipinin kendi içerisinde değiştirilebilir. Bununla birlikte, bazı durumlarda, pistonlar ve pimler renk kodlamaları ile işaretlenir. Bunlar hiçbir koşulda diğerleriyle değiştirilemez.

Piston ve biyel kolunun montajı

Montajdan önce, biyel kolları deliklerinin ekstenel paralelliği (eğilme ve bükülme) açısından kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Birleştirme sırasında, bileşenlerin yeterince yağlanmasına dikkat edilmelidir. Prensip olarak, pistonlar ve biyel kolları öngörülen montaj yönünde birleştirilmelidir.



Sıkı geçme alanı

Piston ve pimlerin biyel koluna sıkı geçme yöntemiyle montajı azami özen gösterilmesini gerektirir. Montajdan sonra piston ve pimler arasındaki serbest hareketlilik özellikle önemlidir.

Hareketli pim

Hareketli pimli pistonlarda birlikte verilen tespit segmanları, pistonu piston pimi deliğine sabitlemek için kullanılır.

Tespit segmanları uygun bir aletle monte edilmelidir. Bu işlem sırasında, tespit segmanlarının bu amaç için öngörülen kanallara tamamen oturmasına ve bağlantının her zaman pistonun strok yönünde olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılmış tespit segmanlarını kullanmayın ve kalıcı deformasyona neden olabileceğinden, aşırı sıkıştırmaktan kaçının.

Pistonun montajı

Pistonu takarken, montaj yönüne dikkat edilmelidir. Tek tek piston segmanlarının ağız açıklıkları, piston çevresi boyunca eşit olarak dağıtılmalıdır. Pim tespit segmanı, ağız açıklığı üstte veya altta olacak şekilde monte edilmelidir. Silindir deliği veya piston ve segmanlar yağlanmalıdır.

Pistonu silindir deliğine takarken hasar görmesini önlemek için, uygun bir montaj aleti (örneğin segman bileziği) kullanılmalıdır.

Dizel motorlarında boşluk ölçüsü ölçülmeli ve motor üreticisinin ilgili spesifikasyonlarına uyulmalıdır.

Sert anodize piston kafasına sahip pistonlarda, kafa çevrilmemelidir.

Sadece motor üreticisi tarafından onaylanmış silindir kafası contaları ile hava, yakıt ve yağ filtrelerinin kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Bileşenler (silindir bloğu, krank mili, biyel kolu ve yağ karteri), birleştirme işleminden önce dikkatli bir şekilde imalat kalıntılarından ve birikintilerden temizlenmelidir.



İşaretleme

Piston kafası üzerindeki bilgiler

- 1 Firma/Marka işaretleri. Bu işaretler, MAHLE kalitesinin teminatıdır.
- 2 Piston kafası üzerinde ilgili motor üreticisine göre montaj yönü işaretlenmiştir ve bu işaret uygun şekilde dikkate alınmalıdır. Diğer şeylerin yanı sıra, krank mili sembolü, dökme bir çentik veya "ön", "Front" veya "egzoz havası" gibi terimler kullanılır. Asimetrik bir kafa şekli veya gürültü nedeniyle ekseneleştirilmemiş bir piston pimi deliği nedeniyle, montaj yönüne uyulması gerekebilir. İnç cinsinden silindir ölçülerine sahip motorlar için pistonlar söz konusu olduğunda, en büyük piston çapına ek olarak, "Std." veya büyük ebatlar için, örneğin ".020" bilgisi de verilir.
- 3 Milimetre cinsinden montaj boşluğu, silindir deliği ve piston eteğinin gerekli çap farkına karşılık gelir.

- 4 En büyük piston çapı milimetre cinsinden verilmiştir. Küçük pistonlar söz konusu olduğunda, genellikle sadece ölçü grubu ve nominal çap damgalanır. Daha fazla çap bilgisi ve montaj boşluğu ambalaj üzerinde belirtilebilir.

Piston kafasındaki ek işaretler, örneğin şunlar olabilir:

- A = Çıkış
- E = Giriş
- 1 = Silindir 1
- 1/2 = Silindir 1 ve 2

Gösterilen piston örneğini kullanarak, silindir deliği için nominal ölçünün hesaplanması:

Piston çapı (4)	83,93 mm
Boşluk (3)	+ 0,07 mm
-----	-----
Silindir çapı	84,00 mm



2.1.1 Yanmış piston kafası

(Benzin ve dizel motorlarında)



Resim 1 Yanlış ısı değerine sahip bujilerin kullanılması nedeniyle piston kafasında delik oluşmuş

Bulgu:

- Piston kafasında bir delik var (Resim 1).
- Deliği çevreleyen yüzey erimiş piston malzemesi ile kaplanmış.
- Ateşleme seti erimiş (Resim 2).
- Piston kafası erimiş ve segman bölümü kısmen yanmış (Resim 3+4).

Nedenleri:

Hasarın nedeni, lokal aşırı ısınmadır. Ancak burada benzin ve dizel motorları arasında bir ayırım yapılmalıdır.

Benzinli motor:

- Buji, çok düşük bir ısı değerine sahiptir.

- Aşırı ısınmış bir bujiden kaynaklanan akkor ateşlemeler meydana gelmiştir (ayrıca bkz. Bölüm 2.1.2, Sayfa 28).

Dizel motoru:

Piston kafası aşırı ısınmış, ancak yanma hücresi hasar görmemiştir. Piston kafasında iyi bir püskürtme şekli olduğu görülmektedir. Piston kafasındaki aşırı yüksek sıcaklık seviyesinin aşağıda belirtilen nedenleri olabilir:

- Soğutma yağı fiskiyesi eğilmiş, kopmuş veya monte edilmemiştir (montaj hatası).
- Yağ değişim periyodu aşılmıştır. Bu gibi durumlarda, özellikle kolza ve soya yağı gibi biyoyakıtlarda motor yağının polimerize olma riski vardır, bu da soğutma yağı fiskiyelerinin tıkanmasına yol açabilir.
- Conta kalıntıları veya benzeri yabancı cisimler yağ devridaimindeki gerekli sirkülasyonu engeller (ayrıca bkz. Bölüm 2.1.3, Sayfa 30).

Çözüm/Önleme:

Benzinli motor:

- Sadece öngörülen oktan sayısına sahip yakıt kullanılabilir.
- Enjeksiyon sistemi, karbüratör ve ateşleme doğru ayarlanmalıdır.
- Sadece üretici spesifikasyonlarına uygun bujiler kullanılabilir.
- Emme sistemi sızdırmazlık açısından kontrol edilmelidir.

Dizel motoru:

- Enjeksiyon miktarı ve zamanlaması üreticinin talimatlarına göre ayarlanmalıdır.
- Enjektör memelerinin sızdırmazlığı, püskürtme basıncı ve püskürtme şekli kontrol edilmelidir.
- Soğutma yağı fiskiyelerinin montajı sırasında, yönün doğru ayarlanmasına dikkat edilmelidir.

- Motoru biyoyakıtlarla çalıştırırken, yağ değişim periyotları önemli ölçüde kısa tutulmalıdır.
- Motor bloğundaki, krank milindeki ve silindir kafasındaki yağlama galerileri itina ile temizlenmelidir.
- Yağ basıncı ayar supabının doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.



Resim 2 Benzinli motor pistonundaki erimiş ateşleme seti



Resim 3 Yanmış dizel motoru pistonu



Resim 4 Dizel motoru pistonundaki erimiş ateşleme seti

2.1.2 Erimeler

(Benzinli motorda piston kafası ve ateşleme setinde)



Resim 1 Benzinli motor pistonundaki erozyon izleri



Resim 2 Vuruntulu yanma

Bulgu:

Burada açıklanan hasar görüntüsü, piston kafasındaki erime belirtilerinden delinmeye kadar birçok aşamayı kapsamaktadır:

- Yüzey, piston kafasında ve/veya ateşleme setinde lokal erozyon benzeri aşınmalar göstermektedir (Resim 1).
- Segman ara seti kırılmıştır (Resim 3).
- Segman ara seti kırılması dahil, tamamen erimiş piston kafasına kadar (Resim 3), piston kafasında erimeler görülebilir (Resim 2).
- Piston kafasında bir delik vardır.

Nedenleri:

Bu hasar, yanma prosesindeki bir arızaya bağlanabilir. Bunun birçok nedeni olabilir:

- Yanma işlemi esnasında yakıt-hava karışımı fakir kalmıştır, bunun olası nedenleri şunlardır:
 - Tali hava emilmiştir.

- Motor yönetim sisteminde, örneğin yakıt beslemede bir sorun vardır.
- Karbüratör ayarı hatalıdır.
- Bir sensör arızalıdır (hava kütle ölçer, lambda sensörü, OT sensörü, vb.).
- Yanlış yakıt (çok düşük oktan sayısı, benzin yerine dizel) kullanılmıştır.
- Ateşleme bujisinin ısı değeri çok düşüktür.
- Ateşleme zamanı yanlış ayarlanmıştır.
- Şarj basıncı çok yüksektir (örneğin modifikasyon nedeniyle).
- Bazı bileşenler veya motorun tamamı aşırı ısınmıştır. Bunun nedenleri, örneğin:
 - Supap boşluğu çok küçüktür ve bundan dolayı supap kafasının aşırı ısınmasına neden olmuştur.
 - Emiş havasının sıcaklığı fazla yüksektir.
 - Soğutma sıvısı devridaiminde su eksikliği, gevşek bir V kayışı veya arızalı bir termostat gibi bir arıza vardır.

Çözüm/Önleme:

- Sadece öngörülen oktan sayısına sahip yakıt alınmalıdır.
- Enjeksiyon sistemi, karbüratör ve ateşleme doğru ayarlanmış olmalıdır.
- Sadece üretici spesifikasyonlarına uygun bujiler kullanılabilir.
- Emme sistemi sızdırmazlık açısından incelenmelidir.
- İşlem görmüş bir silindir kafasında daha kalın bir conta kullanılmalı ve üst çap piston montajında daha düşük kompresyon yüksekliğine dikkat edilmelidir.
- Turbo motorda şarj basıncının doğru ayarlanmasına dikkat edilmelidir.



Resim 3 Segman ara seti kırılması

2.1.3 Erimeler

(Dizel motorunda piston kafası ve ateşleme setinde)



Resim 1 Dizel motoru pistonunda erimiş piston kafası kenarı



Resim 2 Ateşleme setinde erime ve etek kısmında sürtünme hasarı



Resim 3 FERROTHERM® pistonda aşırı ısınma nedeniyle oluşan renk değişimleri



Resim 4 Kırılmış soğutma yağı fiskeyesi

Bulgu:

Burada açıklanan hasar görüntüsü, pistonda görülen hafif hasarlarından ciddi motor hasasına kadar birçok aşamayı kapsamaktadır:

- Piston kafasında erozyon izleri vardır.
- Tamamen erimiş piston kafasına kadar, piston kafasında erimeler görülebilir (Resim 1).
- Aşırı durumlarda, pistonda boydan boya ve çepeçevre sürtünme hasarı vardır.
- Piston kafasında bir delik vardır.

Nedenleri:

Bu hasar, pistonun termik olarak aşırı yüklenmesinden kaynaklanır. Bunun hasar görüntüsünde de farklılık gösteren iki nedeni vardır:

1. Yanma prosesinde arıza:

Bu arıza aşağıda belirtilen bulgularla teşhis edilebilir:

- Yanma odası kenarı "kemirilmiş", lokal malzeme erimleri.
- Enjektör memelerinin püskürtme şekli kötüdür.
- Enjektör memelerinin püskürtme basıncı ve püskürtülen miktar yanlış ayarlanmıştır.
- Yanma prosesindeki arızanın birçok nedeni olabilir:
- Yakıt – hava karışımı aşırı zengindir. Bunun nedeni aşağıda belirtilenler olabilir:
 - Hava girişi azalmıştır, örneğin hava filtresi tıkanmıştır.

- Yakıt besleme miktan yanlış ayarlanmıştır.
- Yakıt besleme başlangıcı yanlış ayarlanmıştır.
- Enjektör meme iğnesi sıkışmış veya zor çalışıyordur.
- Egzoz sisteminde tıkanma vardır.

■ Ateşleme gecikmesi veya ateşleme olmaması aşağıda belirtilen sebeplerden kaynaklanabilir:

- Yanlış yakıt veya çok düşük setan sayılı yakıt doldurulmuş veya dizel yakıtı benzin karışmış.
- Supaplar kaçınıyor, bu da kompresyon kayıplarına neden oluyor.
- Boşluk ölçüsü çok büyük, bundan dolayı kompresyon çok düşük.
- Hava ön ısıtması arızalı (özellikle dış hava sıcaklıkları çok düşük olduğunda).

2. Piston kafasının aşırı ısınması:

Bu durum aşağıda belirtilen ayrıntılarda görülebilir:

- Yanma odası hasar görmemiştir.
- Piston kafasında iyi bir püskürtme şekli görülmektedir (Resim 2). Çelik pistonlarda: İç kısımda piston kafası yönünde renk değişiklikleri vardır (Resim 3).

Piston kafasındaki aşırı yüksek sıcaklık seviyesinin aşağıda belirtilen nedenleri olabilir:

- Soğutma yağı fiskeyesi eğilmiş, kopmuş veya monte edilmemiştir (Montaj hatası, Resim 4).
- Yağ değişim periyodu aşılmıştır. Bu gibi durumlarda, özellikle kolza ve soya yağı gibi biyoyakıtlarda motor yağının polimerize olma riski vardır, bu da soğutma yağı fiskeyelerinin tıkanmasına yol açabilir.
- Conta kalıntıları veya benzeri yabancı cisimler yağ devridaimindeki gerekli sirkülasyonu engeller.

Çözüm/Önleme:

- Enjeksiyon miktarı ve enjeksiyon zamanlaması üreticinin talimatlarına göre ayarlanmalıdır.
- Enjektör memelerinin sızdırmazlığı, püskürtme basıncı ve püskürtme şekli kontrol edilmelidir.
- Soğutma yağı fiskeyelerinin montajı sırasında, yönün doğru ayarlanmasına dikkat edilmelidir.
- Pistonların sökülmesinden önce soğutma yağı fiskeyelerinin çıkarılması tavsiye edilir. Bu sayede pistonlar çekilirken biyel kolunun soğutma yağı fiskeyesini eğmesi engellenir.
- Motor bloğundaki, krank milindeki ve silindir kafasındaki yağlama galerileri itina ile temizlenmelidir.
- Yağ basıncı ayar supabının doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Motor biyoyakıtlarla çalıştırıldığında uygun bir motor yağı kullanılmalı ve bunun için özel olarak belirtilen yağ değişim periyotlarına uyulmalıdır.

2.1.4 Kırılmış segman ara setleri



Resim 1 Yanma prosesindeki arıza nedeniyle kırılmış segman ara setleri



Resim 2 Zorlama sonucu kırılma FS



Resim 3 Aşağıdan yukarıya doğru kırılma ilerlemesi

Bulgu:

- Segmanı ara setlerinin kırılması durumunda, iki ayrı kırılma oluşumu vardır: yukarıdan aşağıya (Resim 1) veya aşağıdan yukarıya (Resim 2+3).
- Genellikle piston kafası, ateşleme seti ve segman yuvalarının yan yüzünde erozyon izleri görülebilir.

Nedenleri:

Bu hasar görüntülerinin nedeni, segman ara setlerinde yanma prosesindeki bir arıza veya bir montaj hatası sonucunda oluşan mekanik aşırı yüklenmelerdir.

1. Yanma prosesinde arıza:

Ateşleme kıvılcımı tarafından ateşleme başlatıldıktan sonra, yanma odasının diğer bölgelerinde kendiliğinden ateşleme meydana gelir ve yanma hızı yaklaşık 10 misli artar. Bu durum, derece krank açısı başına 300 bar'a kadar (derece krank açısı başına normal değer 3-5 bar) çok dik bir basınç artışına ve düzensiz yanma prosesi nedeniyle aşırı ısınmanın yanı sıra ultrason benzeri titreşimlere yol açar. Bunun sonuçları, segman ara setlerinde ve piston eteğinde yukarıdan aşağıya doğru bir kırılma seyri ile oluşan çatlak veya kırıklardır. Yanma prosesindeki bu arıza, "vuruntulu yanma" olarak da adlandırılır.

Vuruntulu yanmanın nedenleri, diğerlerinin yanı sıra şunlar olabilir:

Benzinli motor:

- Ateşleme zamanlaması hatalıdır (erken ateşleme).
- Yakıt-hava karışımı çok fakirdir.

- Benzin yerine dizel kullanılmıştır (benzindeki daha küçük katkılar bile kritik öneme sahiptir).

- Emiş havası sıcaklığı çok fazladır.

- Kompresyon oranı fazla yüksektir.

Dizel motoru:

Benzinli motorlarda vuruntulu yanmada olduğu gibi, çok fazla ateşleme gecikmesi, burada yüksek basınç maksimumları ve segman ara setlerinin mekanik olarak aşırı yüklenmesi ile birlikte kontrolsüz yanmaya yol açar. Bunun nedenleri şunlar olabilir:

- Kompresyon basıncı çok düşüktür.

- Enjektör memelerinin püskürtme basıncı çok düşüktür.

- Çalıştırma yardımcıları, örneğin çalıştırma yardımcı spreyi uygun şekilde kullanılmamıştır.

- Enjektör memeleri sızdırıyor.

- Çok fazla miktarda yakıt enjekte edilmiştir.

- Dizel yerine benzin kullanılmıştır.

2. Montaj hatası:

- Piston segmanları sıkma kelepçesi olmadan monte edildiklerinde, genellikle yuvaya tam olarak oturmazlar. Daha sonra montaj için pistonu vurulması sırasında segmanlar kısmen dışarı taşar ve deliğin altına dayanarak piston ve segmanların silindire geçirilmesini engeller. Segman ara setlerinin tipik aşağıdan yukarıya kırılma görüntüsü meydana gelir (Resim 2+3).

- Öte yandan, iki zamanlı bir motorda, piston alt taraftan silindirin içine itildiğinden, bir montaj hatası durumunda kırılma yukarıdan aşağıya doğru ilerler.

Çözüm/Önleme:

- Sadece öngörülen oktan sayısına sahip yakıt kullanılabilir.
- Enjeksiyon sistemi, karbüratör ve ateşleme doğru ayarlanmış olmalıdır.
- Sadece üretici spesifikasyonlarına uygun bujiler kullanılabilir.
- Emme sistemi sızdırmazlık açısından incelenmelidir.
- İşlem görmüş bir silindir kafasında daha kalın bir conta kullanılmalı ve üst çap piston montajında daha düşük kompresyon yüksekliliğine dikkat edilmelidir.
- Turbo motorda şarj basıncının doğru ayarlanmasına dikkat edilmelidir.
- Bir motorun yenilenmesi sırasında contaların kusursuz olmasına dikkat edilmeli ve ilgili contalar değiştirilmelidir.
- Enjektör memeleri kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.

2.1.5 Piston kafasında supap vurmaları ve pistonun silindir kafasına çarpması



Resim 1 Supap çarpan piston kafası



Resim 2 Silindir kafasına çarparak çalışan piston



Resim 3 Piston pimi eksen seviyesinde enine kırılmış piston

Bulgu:

- Silindir kafası ile çarpışmalar nedeniyle piston kafasında supap vurmaları veya temas izleri görülebilir (Resim 1+2).
- Piston, piston kafasındaki aşırı vurma izlerine bağlı olarak pim deliğine doğru çapraz çatlamış (Resim 3).

Nedenleri:

Yukarıda açıklanan hasar görüntüsü, pistonun çarpışma hasarından kaynaklanmaktadır. Çarpışma parçaları aşağıdakiler olabilir:

Bir veya birden fazla supap:

Çarpışmanın nedenleri şunlar olabilir:

- Aşırı devirden dolayı supap yayları supapı zamanında geri çekemez ve bundan dolayı piston, bir supap veya supaplarla çarpışır.
- Motor monte edildikten sonra yapılan yanlış ayarlama veya çalışmayan zincir gergileri nedeniyle, örneğin yanlış ayarlanmış kontrol zamanları veya eksantrik kayışının/eksantrik zincirinin yetersiz gerginliği nedeniyle, zamanlama kaymıştır.
- Bir supap kopmuştur.
- Esnemiş eksantrik zinciri (uzun yağ değişim periyotları nedeniyle).

Çözüm/Önleme:

- Montaj sırasında kontrol zamanları doğru ayarlanmalıdır.
- Kol yataklarını monte ederken, muylular ile büyük biyel kolu yatağı arasındaki boşluğu kontrol edin.
- Kol yatağı civatalarını araç üreticisinin talimatlarına göre monte edin (değiştirme, sıkma talimatları).
- Montaj sırasında tüm silindirlerdeki boşluk ölçüsü kontrol edilmelidir.
- Sert çalışma sesleri durumunda, dolaylı hasarları önlemek için motor durdurulmalı ve nedeni araştırılmalıdır.

- Eksantrik zinciri atlamıştır (motorun ters yönde dönmesi).
- Ezilmiş kol yatakları veya gevşemiş biyel kolu civataları yüzünden, yataklarda çok fazla boşluk oluşmuştur.
- Silindir kafası taşlandıktan sonra, öngörülen supap mesafesine uyulmamıştır.

Silindir kafası:

Çarpışmanın nedenleri şunlar olabilir:

- Ezilmiş kol yatakları veya gevşemiş biyel kolu civataları yüzünden, yataklarda çok fazla boşluk oluşmuştur.
- Dizel motorunda: Silindir kafası taşlandıktan sonra pistonun çok büyük bir kompresyon yüksekliği veya çok ince bir silindir kafası contası nedeniyle, boşluk ölçüsü çok azalmıştır.

Yabancı cisimler:

Bunun nedenleri şunlar olabilir:

- Montaj sırasında, örneğin civatalar veya somunlar gibi küçük parçalar, yanma odasına girmiştir.
- Yağ tüketimi nedeniyle (ayrıca bkz. Bölüm "1.4 Artan yağ tüketimi", Sayfa 12), yanma odasında boşluk ölçüsünü azaltan yağ kurumu birikmiştir.

Tüm bu çarpışma nedenlerinden dolayı piston, aşırı durumlarda pim deliğinden enine (yatay olarak) kopacak kadar hasar görebilir.

2.1.6 Piston kafasında çatlaklar



Resim 1 Yanma odası kenarında çatlaklar



Resim 2 Pim deliğinin içine kadar kırılmış piston



Resim 3a Yanma odası kenarında çatlaklar



Resim 3b Yakından görünüm

Bulgu:

- Piston kafasında çatlaklar var (Resim 1).
- Piston, piston pimi yönünde kırılmış (Resim 2).
- Yanma odası kenarında çatlaklar mevcut (Resim 3a+b).

Nedenleri:

Bu çatlak oluşumu, pistonun mekanik veya termik olarak aşırı yüklenmesinde kaynaklanır.

Mekanik aşırı yüklenme:

Pistonun mekanik olarak aşırı yüklenmesi çoğunlukla modifikasyon nedeniyle oluşur.

- Motor performansının aşırı artırılması (modifikasyon) pistonun özellikle piston pimi yönünde aşırı yüklenmesine yol açar. Bunun devamı piston pim deliğinin çatlaması veya pistonun pim yönünde boydan boya yanılmasıdır.
- Piston pimi, önemli ölçüde artırılmış ateşleme basıncı ile motor modifikasyonu veya piston piminin geometrisinin sonradan işlenmesi (ağırlık tasarrufu) ile mekanik olarak aşırı zorlanabilir. Sonuç olarak, piston pimi ateşleme basıncının etkisi altında ovalleşir, bu da pim deliğinde yüksek gerilmelere ve pistonun pim yönünde çatlamasına neden olabilir.
- Piston ağırlığının sonradan azaltılması nedeniyle ortaya çıkan kuvvetler artık absorbe edilemez ve malzemede çatlaklara neden olur.

Termik aşırı yüklenme:

Dizel motorlarında enjeksiyon sisteminin arızalanması, performans artışı (modifikasyon) veya çalıştırma yardımı nedeniyle yanma odasında çok fazla yakıt bulunur ve bu da piston üzerinde aşırı değişken termik yüklere yol açar. Bu, özellikle dizel motorlarında yanma odası kenarında çatlak oluşumuna neden olabilir (Resim 3a+b).

Çözüm/Önleme:

- Tahrik ünitesindeki performans artışı ve gerekli modifikasyonlar sadece motor üreticisi veya deneyimli motor modifikasyon uzmanları tarafından gerçekleştirilebilir.
- Yakıt enjeksiyon sistemi, üreticinin spesifikasyonlarına göre ayarlanmalıdır.

2.2.1 Basınç ve karşı basınç tarafında piston sürtünme hasarı

(Sadece piston eteği bölgesinde)



Resim 1 FERROTHERM® pistonda sürtünme hasarı, silindir gömleğinde termik renk değişiklikleri



Resim 2 Piston eteğinde boşluk yetersizliği nedeniyle sürtünme hasarı

Bulgu:

- Piston eteğinin hem basınç hem de karşı basınç taraflarında kazınma çizikleri ve sürtünme izleri var (Resim 1).
- Sürtünme kısımları perdahlanmış gibi kısmen çok parlaktır (Resim 2).
- Sürtünme hasarı etek ucuna doğru yoğunlaşıyor.
- Piston segmanları ve segman bölümü iyi durumdadır.
- İki parçalı pistonlarda (FERROTHERM®): Piston eteğinin tamamında kuvvetli sürtünme hasarı. Çelik üst kısmın segman bölgesinde hafif sürtünme hasarı

Nedenleri:

Hasarın nedeni, lokal aşırı ısınmadır. Piston ateşleme seti ve piston kafası hasar görmediğinden, bu durumda yanma prosesinde sorun olmadığı düşünülmelidir. Geriye mümkün olabilecek iki hata nedeni kalmaktadır:

Boşluk yetersizliği nedeniyle sürtünme hasarı (aşırı ısınma):

Motor, aşağıdaki nedenlerden dolayı aşırı ısınabilir:

- Soğutma sıvısı seviyesi çok düşüktür.
- Soğutma sıvısı sirkülasyonu, örneğin anızalı bir soğutma sıvısı pompası, gevşek veya kopmuş bir V kayışı, anızalı bir termostat, anızalı bir Visco®kaplini veya anızalı bir fan nedeniyle yetersizdir.
- Motorun havalandırması doğru değildir.
- Radyatör sızdırmazlık maddesi kullanılması nedeniyle, radyatördeki kesitler daraltılır.

Pistondaki alüminyum, silindirdaki gri pik dökümden termal olarak iki kat daha fazla genleştiğinden, çok yüksek termik yük (soğuk motor, sıcak piston) pistonda sürtünme hasarına neden olabilir.

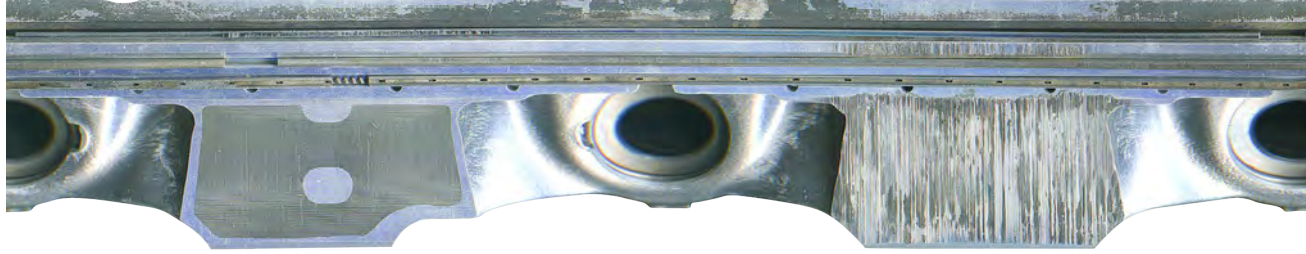
Boşluk yetersizliği nedeniyle sürtünme hasarı (imalat hataları):

Silindir deliği doğru ölçüde (piston çapı artı montaj boşluğu) imal edilmemiştir. Hasar, ilk çalıştırma sırasında motor çalışma sıcaklığına ulaşır ulaşmaz meydana gelir.

Çözüm/Önleme:

- Doğru silindir ölçüsüne kesinlikle uyulmalıdır. Bu ölçü, piston üzerinde belirtilen değerler kullanılarak belirlenebilir (piston çapı artı montaj boşluğu).
- Soğutma sıvısı devridaimi kontrol edilmelidir, özellikle:
 - Soğutma sıvısı seviyesi
 - Soğutma sıvısı pompası (V kayışı)
 - Termostat
 - Fan
- Soğutma sisteminin havası tahliye edilmelidir. Isıtma devridaimi, EGR soğutucusu, şanzıman ve yağ radyatörü de buna dahildir.
- Soğutma sisteminin havasını almak için bir vakumlu hava tahliye cihazı kullanılması önerilir.

2.2.2 Piston eteğinde tek taraflı piston sürtünme hasarı



Resim 1 Tek taraflı sürtünme hasarı



Resim 2 Çizik izleri ve yanmış bölgeleri olan piston segmanları

Bulgu:

- Piston sürtünme hasarı sadece piston eteğinin basınç tarafında mevcuttur (Resim 1).
- Karşı basınç tarafında göze çarpmayan bir temas yüzeyi görüntüsü vardır.
- Piston segmanları kısmen yanmış (Resim 2).

Nedenleri:

Pistonun basınç tarafı çalışma esnasında karşı basınç tarafına göre çok daha fazla yüklenildiği için, eksik yağlanma önce basınç tarafında belli olur. Bunun nedeni aşağıda belirtilenler olabilir:

Yağda yüksek yakıt içeriği:

- Enjeksiyon sistemi yanlış ayarlanmış
- Soğuk çalıştırmada karışım oranı aşırı zengin
- Arızalı enjektör memeleri
- Sık sık kısa mesafeli işletim

Silindir cidarında yağ eksikliği:

- Çok düşük yağ seviyesi
- Biyel kolundaki tıkalı yağ besleme deliği
- Soğutma yağı fiskiyesi arızalı
- Motor onarımından sonra yanlış rodaj
- Çok düşük taşıma kapasiteli yağ
- Yakıt veya su yoğunlaşması nedeniyle yağ incelmış (ayrıca bkz. Bölüm "1.2 Yakıt taşması", Sayfa 8)

Çözüm/Önleme:

- Yağ beslemesi sağlanmalı ve biyel kolundaki yağ besleme deliklerinin açık olması kontrol edilmelidir.
- Sadece motor üreticisi tarafından onaylanmış yağlar kullanılmalıdır.
- Motor, montajdan hemen sonra orta devirlerde ve orta yükte çalıştırılmalıdır.
- Yağ seviyesinin düzenli olarak kontrol edilmesi mutlaka gereklidir; gerekirse yağ ilave edilmelidir.
- Yağ basıncı kontrol edilmelidir. Çok düşük yağ basıncı, aşınmış bir yağ pompasından, filtrenin kirlenmesinden, yağ pompasındaki arızalı bir aşırı basınç supabından veya yağın incelmesinden kaynaklanabilir.
- Soğutma sistemi kontrol edilmelidir. Sızıntı yapan bir yağ radyatörü yağ içindeki soğutma sıvısından ve soğutma sıvısı içindeki yağdan sorumludur.

2.2.3 Pim deliğinin yanında diyagonal yönde piston sürtünme hasarı



Resim 1 Pim deliğinin yanında diyagonal yönde sürtünme izleri



Resim 2 Pim deliğinin yanında, yanal yönde piston sürtünme hasarı



Resim 3 Sürtünme izleri olan pim deliği

Bulgu:

- Sürtünme izleri sadece diyagonal yönde, pim deliği yanında görülebiliyor (Resim 1).
- Basınç ve karşı basınç yönündeki piston eteğinde genellikle sürtünme hasarı yok (Resim 2).
- Sürtünme hasarının yanında çok parlak yüzeyler var.
- Biyel kolu, piston pimi ekseninde sadece zorlanarak hareket ettirilebiliyor.
- Pim deliği içerisinde sürtünme izleri var (Resim 3).

Nedenleri:

Bu hasar, piston pimi deliğinin çevresi ve piston arasındaki yağ filminin taşıma kapasitesinin yeterli olmadığı zaman meydana gelir.

Bunun sonucunda yağ filmi kısmen bastırılır. Piston eteği ile silindirin çalışma yüzeyi arasında ortaya çıkan lokal temas, lokal olarak sınırlanmış sürtünme hasarına yol açar.

Bunun nedenleri şunlar olabilir:

- Sıkıştırılmalı biyel kolu hatalı monte edilmiştir; örneğin piston ve biyel kolu sıkı geçmeli olarak birleştirildikten hemen sonra hareket ettirilmişse. Sıcaklık dengelemesi nedeniyle, piston pimi hala çok sıcak olabilir, buna uygun şekilde genleşebilir ve pim deliğinin içinde sürtebilir.
- Silindir çarpıklıkları çalışma boşluğunu ciddi şekilde kısıtlar. Piston pim yatağının etrafındaki alan en sert alan olduğundan, piston burada çok az esneyebilir.
- Motorun montajından önce piston pimi yeterli derecede yağlanmadığı takdirde, yenilenen motorun ilk çalıştırılmasında piston pimi ve piston arasında yağlama eksikliği meydana gelebilir. Bunun sonucunda piston pim yatağında sürtünme hasarı meydana gelir ve pim deliği bölgesinde sıcaklığın çok artmasına neden olur.
- Çok düşük devirlerde motorun ısıtma safhası çok uzun tutulmuştur. Hava yönlendirme plakaları veya kirlenmiş soğutma kanalları lokal olarak aşırı ısınmıştır.

Çözüm/Önleme:

- Motorun montajından hemen önce biyel kolu, piston pimi ve piston pim yatağı yeterince yağlanmalı ve engelsiz bir şekilde hareket etmesi kontrol edilmelidir.
- Yeni motor yağının bir kısmının, örneğin yağ basınç şalterinin bağlantısı yoluyla basınçlı dolum kullanılarak, yeni monte edilen motora doldurulması tavsiye edilir. Böylece ilk işleme alma sırasında yağ filtresi muhafazasında, yağ radyatöründe ve yağlama galerilerinde, yağ borularında ve yataklarda motor yağı mevcut olur.
- Montajdan hemen sonra, motor orta devirlerde ve orta yükte çalıştırılmalıdır.

2.2.4 Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü



Resim 1 Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü (eğri çalışma)

Bulgu:

- Piston eteğinde asimetrik bir temas yüzeyi görüntüsü vardır (Resim 1).
- Ateşleme setinin pim eksenli yönünde bir tarafı parlakken, diğer tarafı kurum nedeniyle kararmıştır.

Nedenleri:

Piston çalışma yüzeyindeki geometrik sapmalardan dolayı, piston silindir içerisinde eğik çalışır. Bu yüzden piston bir taraftan silindire dayanırken, karşı tarafta da büyük bir boşluk oluşur ve buradan da sıcak egzoz gazları (Blow-by gazları) üflenerek yağ filmini yakar. Aynı şekilde eğik çalışan piston segmanları titreştiğinden, artan yağ tüketimine yol açan bir pompalama hareketi meydana gelir (ayrıca bkz. Bölüm "1.4 Artan yağ tüketimi", Sayfa 12). Eğik çalışmanın nedenleri şunlar olabilir:

- Küçük ve büyük biyel kolu yatağındaki delikler paralel değildir. Hizalama sapmalarının oluşma nedenleri,
 - biyel kolu eğrilmiş veya burkulmuş veya
 - biyel kolu yatağı eğri delinmiştir.
- Ana yatak yuvası, örneğin darbe almış yatak burçlarının neden olabileceği eğri bir yatağa sahiptir.
- Silindir kafası civataları hatalı sıkılmış (yanlış sıra veya yanlış sıkma torku). Dikkat: Hava soğutmalı soğutma kanatlı silindirler bu durumda özellikle hassastır.
- Soğutma kanatlı silindirin tabanında kirlilikler var. Bu nedenle soğutma kanatlı silindir yağ karteri üzerine eğri oturmuş, dolayısıyla piston da silindir deliğinde eğri çalışıyor (eğik çalışma).

Çözüm/Önleme:

- Ana yatak yuvası, krank mili ve biyel kolu eş eksenli (konsantrik) işlenmeli ve monte edilmelidir.
- Biyel kolunun değişken açılı olduğuna dikkat edilmelidir.
- Silindir kafası civataları üretici talimatlarına göre sıkılmalıdır.
- Motorun montajı sırasında mutlak temizliğe özen gösterilmelidir, örneğin conta kalıntıları itina ile temizlenmelidir.

2.2.5 Sadece piston eteğinin alt tarafında piston sürtünme hasarı



Resim 1 Silindir gömleğinin daralması nedeniyle piston eteğinin alt kısmında sürtünme hasarı



Resim 2 Silindir deliğinde parlak, çepeçevre çizgi

Bulgu:

- Piston eteğinin alt kısmında keskin bir şekilde ayrılan sürtünme hasarı görülmektedir (Resim 1).
- Silindir deliğinde parlak, çepeçevre devam eden bir kenar fark edilmektedir (Resim 2).

Nedenleri:

Bu izler, piston ve silindir deliği arasında lokal bir boşluk eksikliğinden kaynaklanır ve bunun da aşağıdaki nedenleri olabilir:

Conta oluştuktaki alan yeterli değilse, silindir gömleği bu bölgede sıkıştırılır. Buna şunlar neden olabilir:

- Yanlış (çok kalın) bir conta kullanılması,
- İlave dolgu macunu kullanılması,
- Yerinden kaymış bir conta veya
- Eski conra kalıntılarının kanallardan çıkarılmaması.

Silindir kafası cıvatalarının hatalı ve/veya dengesiz sıkılmalarında, özellikle soğutma kanatlı silindirlerde, silindir çarpılmalarının riski daha yüksektir.

Honlama makinesi yanlış ayarlandığında, örneğin honlama taşlarının silindirden dışarı taşma mesafesi çok az olursa, silindir ucundaki delik çapı küçük kalabilir.

Çözüm/Önleme:

- Silindir kafası cıvataları sıkma talimatlarına göre sıkılmalıdır.
- Boşluk yetersizliği veya silindir çarpılmasını önleyebilmek için ıslak silindir gömlekleri önce contasız olarak takılmalıdır. Böylece herhangi bir boşluk yetersizliği önceden belirlenebilir. Ancak bundan sonra silindir gömleği contaları ile birlikte komple takılabilir.
- Sadece birlikte verilen contalar kullanılmalıdır.
- Contaların öngörülen yuvalara doğru şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Honlama makinesi doğru ayarlanmalıdır. Honlama esnasında ve sonrasında silindir delikleri birçok seviyede ve konumda ölçülmelidir.

2.2.6 Piston eteğinde pürüzlü, mat yüzeyli kuvvetli aşınma



Resim 1 Piston eteğinde kirlilik nedeniyle aşınma

Bulgu:

- Motorun yağ tüketimi artmıştır (ayrıca bkz. Bölüm "1.4 Artan yağ tüketimi", Sayfa 12).
- Yüksek egzoz gazı kaçağı (Blow-by), özellikle düşük dış sıcaklıklarda kötü ilk çalıştırma davranışı.
- Piston eteğinin her iki tarafında da mat, geniş bir temas yüzeyi görüntüsü var (Resim 1).
- Yüzey profili kısmen aşınmıştır.
- Piston eteğinde tek tük, ince çizik izleri var.
- Piston segmanlarının ağız açıklığı büyük ve radyal olarak aşınma vardır.
- Yağ kontrol segmanında sıyırma yüzeyleri çok aşınmış veya yıpranmıştır.
- Segman yuvalarının yan yüzünde eksenel aşınma var.

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü, kirlilik nedeniyle aşınmadan kaynaklanır. Burada, hasarlı silindirin sayısına ve piston segmanlarının aşınma durumuna bağlı olarak, çok sayıda neden gösterilebilir:

Sadece bir silindir hasar görmüşse

...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler bir silindirin emme sistemi aracılığıyla, yani yukarıdan yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ya da montajdan önce temizlenmeyen kir birintilerinden kaynaklanır.

Birden fazla ya da tüm silindirler hasar görmüşse

...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler tüm silindirlerin ortak emme sistemi aracılığıyla yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ve/veya tahrip olmuş ya da artık mevcut olmayan bir hava filtresinden kaynaklanır.

...ve üçüncü piston segmanı birinci segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, burada sorunun kaynağının kirlenmiş motor yağı olduğu söylenebilir. Kir, henüz dolum işlemi sırasında motor yağına bulaşmış olabilir.

Montajdan sonra yağ karterinde kalan kirler.

Çözüm/Önleme:

- Emme sisteminde sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Hava filtresi kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.
- Montajdan önce yağ karteri ve emme borularındaki kirler temizlenmelidir.
- Montaj sırasında temizliğe dikkat edilmelidir.
- Motor yağı için ölçü kaplarını ve hunileri kirlenmeyecek şekilde serviste muhafaza edin.

2.3.1 Pim deliğinde sürtünme hasarı



Resim 1 Pim deliğinde sürtünme hasarı

Bulgu:

- Pistonda, özellikle üst kısımda olacak şekilde, pim deliğinde sürtünme hasarı var (Resim 1).

Nedenleri:

- Piston pimi montajdan önce yeterince yağlanmamıştır (ayrıca bkz. Bölüm "2.2.3 Pim deliğinin yanında diyagonal yönde piston sürtünme hasarı", Sayfa 42).
- Yakıt incilmesi nedeniyle yağ filminin taşıma kapasitesi çok azalmıştır (ayrıca bkz. Bölüm "1.2 Yakıt taşması", Sayfa 8).
- Biyel kolu burcu belirtilen boyutta işlenmemiş ve çapı çok küçüktür. Bundan dolayı piston pimi sadece piston içinde serbestçe hareket edebilmektedir.
- Hatalı yerleştirilen kaymalı yataklardan dolayı (ana yatak/biyel kolu yatağı/biyel kolu burcu) yağ beslemesi engellenmiştir (ayrıca bkz. Bölüm "6.8 Kaymalı yataklarda sürtünme hasarı", Sayfa 128).
- Belirtilen talepleri karşılamayan düşük kaliteli yağ kullanılmıştır.
- Piston sürtünmesi sırasında oluşan güç, ısı ve sürtünme aşınması yüzünden pim deliğindeki yağ filmi zarar görmüştür.
- Bu hasar görüntüsü, Bölüm 2.2.3 "Pim deliğinin yanında diyagonal yönde piston sürtünme hasarı" (Sayfa 42) altında açıklanan hasar durumunun bir ön aşamasıdır.

Çözüm/Önleme:

- Montaj sırasında, piston pimi ile biyel kolu burcu arasında yeterli boşluk olmasına dikkat edilmelidir.
- Motor monte edilmeden önce piston pimi yeterince yağlanmalıdır.
- Sadece motor üreticisi tarafından onaylanmış motor yağı kullanılmalıdır.
- Kaymalı yatakların (yağ besleme deliği, yağ kanalları) montaj yönüne uyulmalıdır.

2.3.2 Piston pim yatağı bölgesinde çukurlaşmış piston yüzeyi



Resim 1a Gevşek bir piston pimi tespit segmanı veya piston pimi deliği içerisindeki yabancı cisimlerin neden olduğu çukurlaşmış piston yüzeyi



Resim 1b Yumuşak piston malzemesi ve daha sert segman malzemesinin eşit ölçüde aşınmış yüzeylerinin yakından görünümü

Bulgu:

- Piston, piston pim yatakları bölgesinde çukurlaşmış (Resim 1a).
- Hasarlar piston segmanı bölümüne kadar uzanıyor.
- Yüzey parlak ve düzgün bir şekilde aşınmıştır (Resim 1b).
- Piston segmanlarının da hasar görmüş olması muhtemeldir.
- Çukur oluşumları pistonun her iki tarafında da mevcuttur.

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü, pim deliği bölgesinde piston üzerindeki gevşek parçalardan, örneğin yabancı cisimlerden veya aşırı devir ya da montaj hataları nedeniyle dışarı fırlayan bir piston pimi tespit segmanından kaynaklanır.

Yabancı cisimler ve kırık parçalar, piston pimindeki delik üzerinden pistonun diğer tarafına da geçebilir. Bu nedenle, pim tespit segmanı sadece bir taraftan çıkmış olsa bile, genellikle pistonun her iki tarafında da çukur oluşumları vardır.

Aşırı devir:

Aşırı devirler durumunda, piston pimi tespit segmanının her iki ucu rezonans titreşimine girebilir ve onu segman kanalından dışarı itebilir.

Montaj hatası:

- Yabancı cisimler, piston pimindeki delikten diğer tarafa geçer. Bu nedenle, tetikleyici (örneğin dışarı fırlamış bir pim tespit segmanı) sadece bir tarafta olmasına rağmen, çukur oluşumları genellikle her iki tarafta da mevcuttur.
- Bir tespit segmanı bükülmüş olarak takılmıştır.
- Bir tespit segmanı yuvasında değil veya kırılmıştır.
- Eski, kullanılmış tespit segmanları tekrar kullanılmıştır.
- Piston piminin montajı sırasında, segman kanalı bölgesinde bir zorlama sonucu kırılma meydana gelmiştir.
- Biyel kolu eğridir (ayrıca bkz. Bölüm "2.2.4 Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü", Sayfa 44).

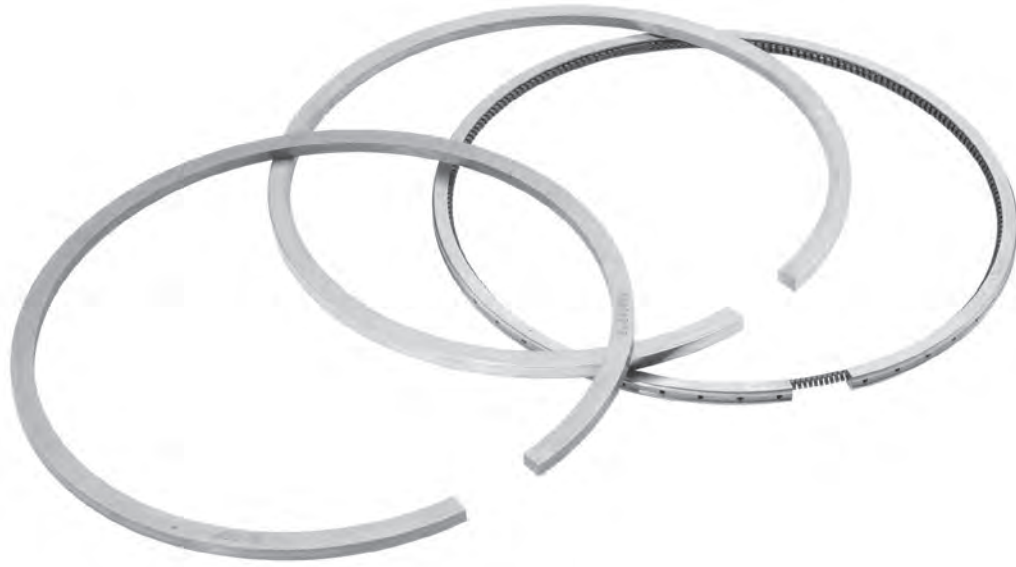
Çözüm/Önleme:

- Tespit segmanlarını takarken, tespit segmanı ağız açıklıklarının "saat 6" veya "saat 12" yönünde olmasına dikkat edilmelidir.
- Prensipte yeni, deforme olmamış tespit segmanları kullanılmalıdır.
- Piston pimi zor kullanılarak, örneğin çekiçlenerek monte edilmemelidir.
- Biyel kolunu monte etmeden önce, deliklerin paralel olup olmadığı kontrol edilmelidir (biyel kolunu dışarı doğru açın).

3. Piston segmanları

MAHLE "N" segman seti, orijinal ekipmanda kullanılan segmanlara karşılık gelir. Bu segman seti hem yeni hem de kullanılmış pistonlar için kullanılabilir. MAHLE "V" ve "G" segman setleri, pistonlar çalışırken

yağ tüketimini normalleştirmek ve kompresyon kaybını azaltmak için ekonomik bir çözüm sunar.



Piston segmanları, işaretlemeler (örn. "Top" (üst) veya "M") yukarıya bakacak (piston kafası yönünde) şekilde monte edilmiş olmalıdır.



Tipleri ve teknik terimler

Piston segmanları son derece dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. Aşırı eğiklikle yapılan herhangi bir gereksiz çıkarma ve yeniden takma işlemi kalıcı deformasyonlara neden olur ve çalışma performansını bozar.

Tipleri

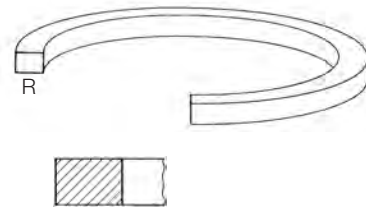
Cr	= Krom
CrC	= Çok katmanlı krom kaplama
CrK	= Krom seramik
Fe	= Demir oksit
Mo	= Molibden
P	= Fosfat
N	= Nitrürlenmiş
PVD	= Plazma kaplamalı
IF	= İçten pahlı (üst)
IFU	= İçten pahlı (alt)
IW	= İçten faturalı (üst)
IWU	= İçten faturalı (alt)

Milimetreden inçe dönüştürme

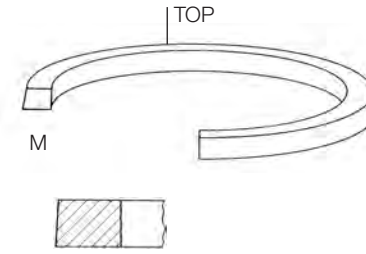
mm	İnç
1,600	1/16
1,990	5/64
2,385	3/32
3,160	1/8
3,947	5/32
4,747	3/16
6,335	1/4

Kompresyon segmanları

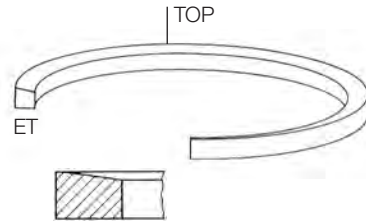
Dikdörtgen segman



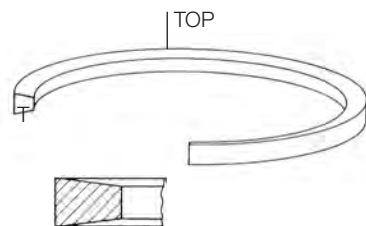
Konik yüzlü segman



Trapez segman (tek taraflı)

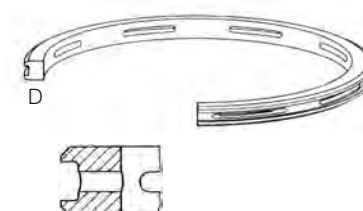


Trapez segman (çift taraflı)

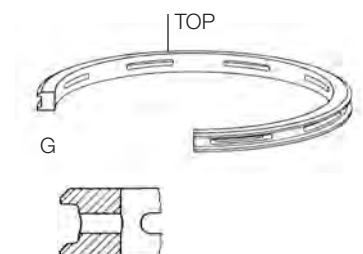


Yağ kontrol segmanları

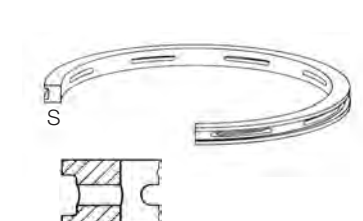
Pahlı segman



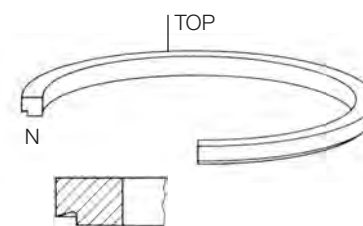
Çift pahlı yağ kontrol segmanı



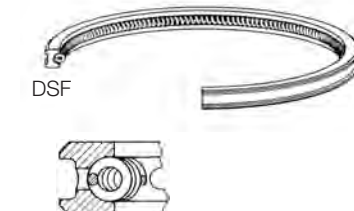
Oluklu yağ kontrol segmanı



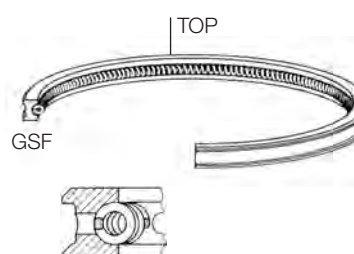
Burun sıyrıcılı kompresyon segmanı



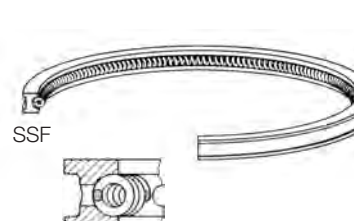
Spiral yaylı pahlı segman



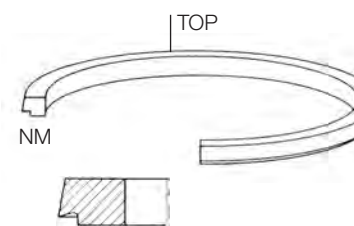
Çift pahlı spiral yaylı yağ kontrol segmanı



Spiral yaylı oluklu yağ kontrol segmanı



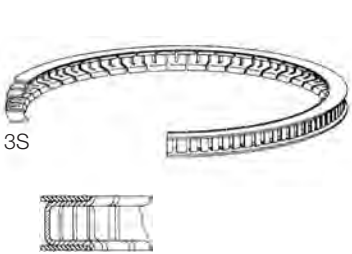
Konik burun sıyrıcılı kompresyon segmanı



U-flex segman (çok parçalı)



Yağ kontrol segmanı (çok parçalı)



Montaj önerileri

Segmanları takmadan önce, segman yuvaları dikkatlice temizlenmelidir. Lütfen ne segman yuvalarının yan yüzünün ne de yuva dibindeki yançapların hasar görmemesine mutlaka dikkat edin.

Piston segmanlarının montajı, uygun bir piston segman pensesi yardımıyla en alttaki segmandan başlanarak yapılır. Segmanlar deforme olabileceğinden ve artık düzgün sızdırmazlık sağlayamayacağından aşırı esnetmekten kaçınılmalıdır.

TOP (üst) işaretine mutlaka dikkat edilmelidir. TOP ile işaretlenmiş segmanlarda bu işaret yukarıya doğru, piston kafasına bakacak şekilde takılmalıdır.

Spiral yaylı segmanlarda, yayın birleşim yeri (yayın bitiş yeri ile bağlantı telinin birleştiği kısım) segman ağız açıklığına göre 180° döndürülerek takılmalıdır. Spiral yayın üzerine bir teflon kaplama hortum giydirilmiş olması durumunda, bu kısmın segman ağız açıklığı üzerine gelmesine dikkat edilmelidir.

Çelik lamelli segmanlar (3S segmanlar), takma işlemi sırasında özel itina gösterilmesini gerektirirler. Lameller, yayı yerleştirdikten sonra lamellerin ağız açıklıkları piston pimi deliği yönünde olacak şekilde monte edilmelidir. Üstteki lamelin montajı sırasında, üst üste binmeyi önlemek için yay uçları bir arada tutulmalıdır (bunun için renk kodlamasına dikkat edin). Daha sonra alt lamel takılmalıdır.

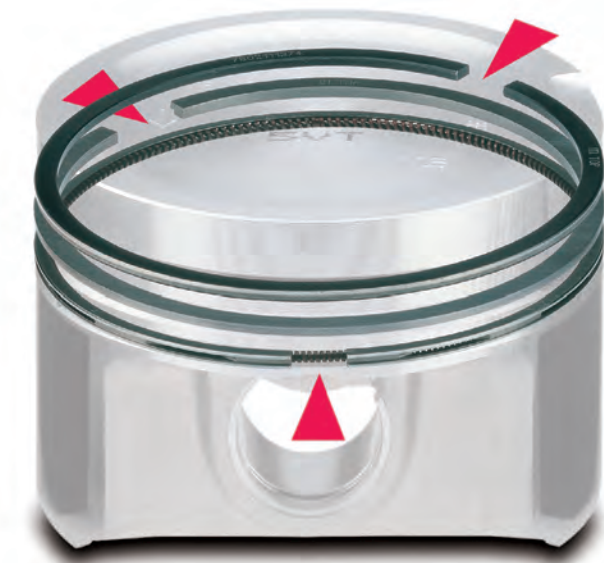
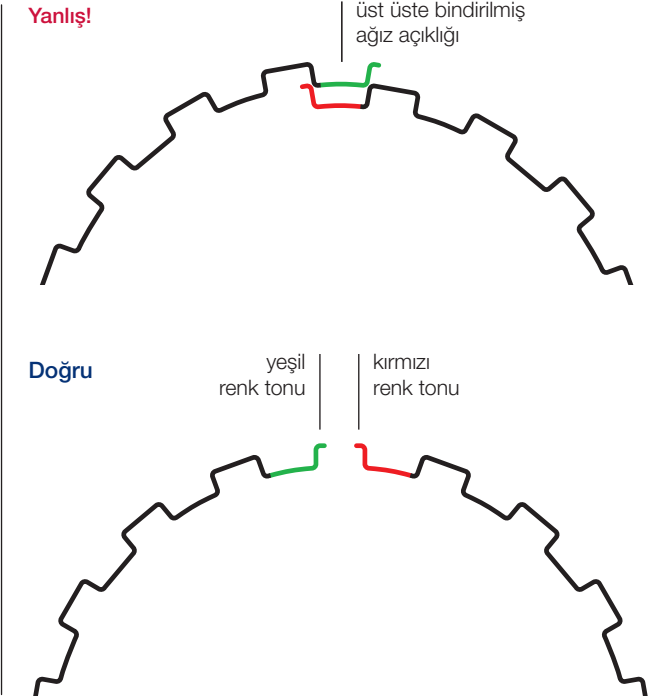
Segman yuvalarında aşırı germeye karşı emniyet düzeneği bulunan pistonlarda, segman ağız açıklıklarının emniyet pimleri üzerinde bulunmasına dikkat edilmelidir.

Segmanlar takıldıktan sonra segman ağız açıklıkları çevreye eşit olarak dağıtılmalıdır (örneğin 3 segmanlı bir pistonda 120°).

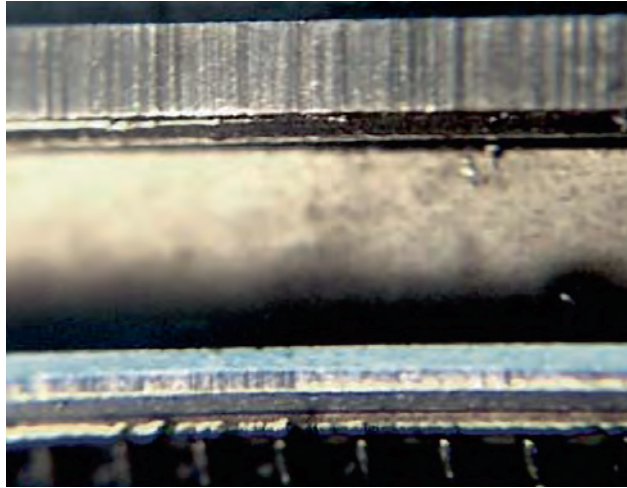
Segmanlar takıldıktan sonra, yanıl boşluk payı kontrol edilmelidir. 0.100 mm'ye kadar olan boşluklar sakıncasızdır. Değer bunun üzerindeyse, piston değiştirilmelidir.

Segman setleri, silindir çalışma yüzeyinin belirli bir miktarda aşınmasını dikkate alır. Bu değer yaklaşık 0,100 mm'yi (silindir çapına bağlı olarak) geçmemelidir. Daha büyük aşınma durumunda yeni bir silindir gömleği kullanılmalı veya silindir deliği genişletilmeli ve uygun bir üst çap piston takılmalıdır.

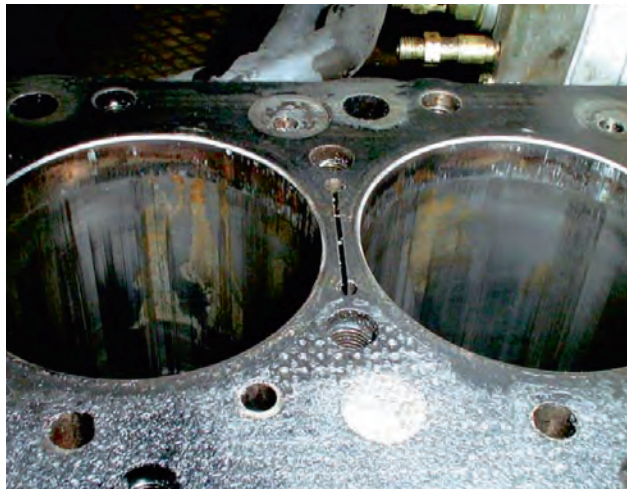
Krom kaplamalı silindir çalışma yüzeylerinde, krom kaplamalı piston segmanları kullanılmamalıdır.



3.1 Yanık izleri olan piston segmanları ve piston eteğinde sürtünme hasarı



Resim 1 Çizik izleri ve yanmış bölgeleri olan piston segmanları



Resim 2 Uzunlamasına çizikler olan silindir deliği

Bulgu:

- Piston segmanlarının tüm çevresinde sürtünme izleri ve yanmış bölgeler vardır (Resim 1).
- Piston eteğinde sürtünme hasarı görülüyor.
- Silindir deliğinde uzunlamasına çizik izleri görülüyor (Resim 2).

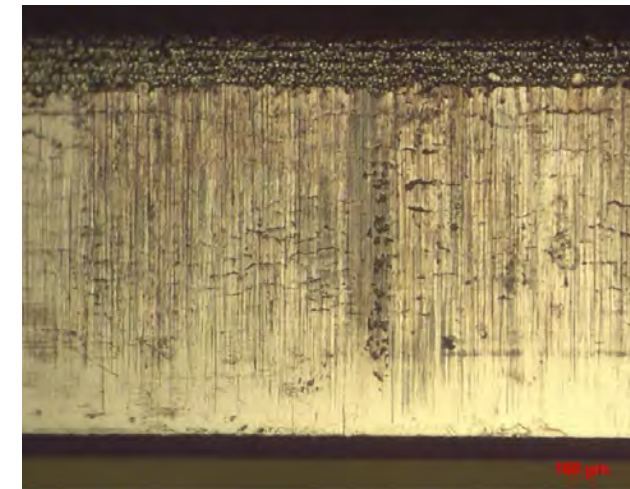
Nedenleri:

Yanmış piston segmanları, çoğunlukla diğer piston veya segman hasarları ile bağlantılı olarak ortaya çıkan bir hasar görüntüsüdür. Piston segmanlarının yanma nedeni, aşağıda belirtilen olaylardan kaynaklanan yağlanma eksikliğidir:

- Rodaj aşamasında motora fazla yük bindirilmiştir. Bu aşamada piston segmanları tam sızdırmazlık yeteneklerini henüz kazanmadıklarından, sıcak yanma gazları pistonun yanından üflenebilir (Blow-by) ve yağ filmini yakabilir. Devamında piston segmanı sürtünme hasarlarının yanında, piston sürtünme hasarı da meydana gelebilir.

Çözüm/Önleme:

Motorun rodaj aşamasında, yüksek devirlerden veya düşük devirlerde aşırı yüklenmelerden kaçınılmalıdır.



Resim 3 Strok yönünde sürtünme izleri olan piston segmanı

- Honlama hatalı yapılmış ve bundan dolayı silindir cidarı yüzeyinde yeterli miktarda motor yağı tutunamamıştır.
- Yağ filmi yakıt taşması nedeniyle incelmıştır (ayrıca bkz. Bölüm "1.2 Yakıt taşması", Sayfa 8).
- Piston segmanları, eğri çalışmadan dolayı aşınma belirtileri gösteriyor (ayrıca bkz. Bölüm "2.2.4 Piston eteğinde asimetrik temas yüzeyi görüntüsü", Sayfa 44).
- Piston, yanma prosesindeki arıza nedeniyle aşırı ısınmış ve motor yağı segman yuvalarında yanmıştır. Bundan dolayı piston segmanlarının hareket serbestliği kısıtlanmıştır.

3.2 Kırılmış piston segmanları nedeniyle piston segman bölümünün hasar görmesi



Resim 1 Segman taşıyıcının bazı kırık parçaları nedeniyle hasar görmüş piston kafası



Resim 2a Vuruntulu yanmadan kaynaklanan segman kırılması

Bulgu:

- Segman ara setleri ve/veya ateşleme seti çukur şeklinde aşındırılmıştır (Resim 1).
- Aşınmaların yüzeyleri parlak ve pürüzsüzdür.
- Hasarın ilerleyen safhalarında kırılan segman parçalarının piston kafası üzerindeki etkileri görülebilmektedir.
- Aşınmış yuvanın piston segmanı kırılmıştır.

Nedenleri:

Hasar, bir piston segmanının kırılması veya segman titreşiminden kaynaklanmıştır. Bunun olası nedenleri şunlardır:

Montaj hatası:

Montaj esnasında segman tam olarak segman yuvasına oturtulmamış ve silindire itilirken kırılmıştır.

Vuruntulu yanma:

Vuruntulu yanmada ortaya çıkan basınç maksimumlarından dolayı segman kırılması yaşanmıştır (Resim 2a+b).

Segman yüksekliğinde boşluk:

- Piston segman yuvaları aşınmıştır.
- Piston segmanı aşınmıştır.
- Motorun termik olarak aşırı yüklenmesi malzeme dayanımını azaltır ve yuvalar darbe ile ezilip kopar.

Çözüm/Önleme:

- Montaj sırasında bir segman sıkma kelepçesi kullanılmalıdır.
- Montajdan önce, piston segmanı yuvalarının aşınması kontrol edilmelidir. Piston segman yuvalarının aşınması çok fazlaysa, yeni bir piston kullanılmalıdır.



Resim 2b Piston segmanı kırılmasının yakından görünümü

3.3 Piston segman yuvalarının ve piston segmanlarının kuvvetli aşınması



Resim 1 Aşın radyal aşınması olan piston segmanı



Resim 2 Özellikle birinci piston segmanında kuvvetli eksenel aşınma

Bulgu:

- Segmanlar ciddi radyal aşınmaya maruz kalmıştır (Resim 1). Bundan dolayı ağız açıklığı birkaç milimetreye kadar artabilir.
- Piston segmanlarında ve segman yuvalarının yan yüzünde ciddi eksenel aşınma görülebiliyor (Resim 2+3).
- Motorda güç kaybı ile birlikte yağ tüketimi artmıştır (ayrıca bkz. Bölüm "1.4 Artan yağ tüketimi", Sayfa 12).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü, kirlilik nedeniyle aşınmadan kaynaklanır. Burada, hasarlı silindirlerin sayısına ve piston segmanlarının aşınma durumuna bağlı olarak, çok sayıda neden gösterilebilir:

Sadece bir silindir hasar görmüşse

...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler bir silindirin emme sistemi aracılığıyla, yani yukarıdan yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ya da montajdan önce temizlenmeyen kir birikintilerinden kaynaklanır.

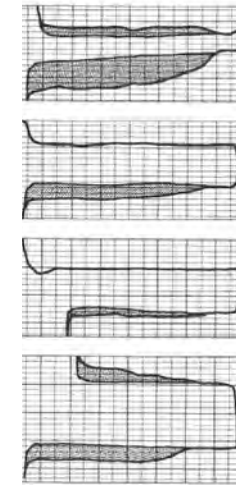
Birden fazla ya da tüm silindirler hasar görmüşse

...ve birinci piston segmanı üçüncü segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, kirlilikler tüm silindirlerin ortak emme sistemi aracılığıyla yanma odasına girmiştir. Bu da ya bir sızdırmazlık sorunundan ve/veya tahrip olmuş ya da artık mevcut olmayan bir hava filtresinden kaynaklanır.

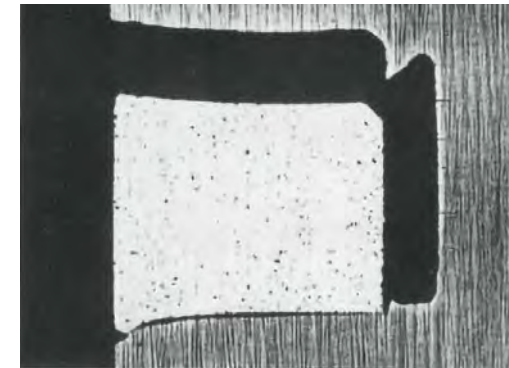
...ve üçüncü piston segmanı birinci segmandan belirgin bir şekilde daha fazla aşınmışsa, burada sorunun kaynağının kirlenmiş motor yağı olduğu söylenebilir. Yağ ya temizlenmemiş bir yağ karteri ve/veya kirliliği bir yağ buharı separatörü nedeniyle kirlenmiştir.

Çözüm/Önleme:

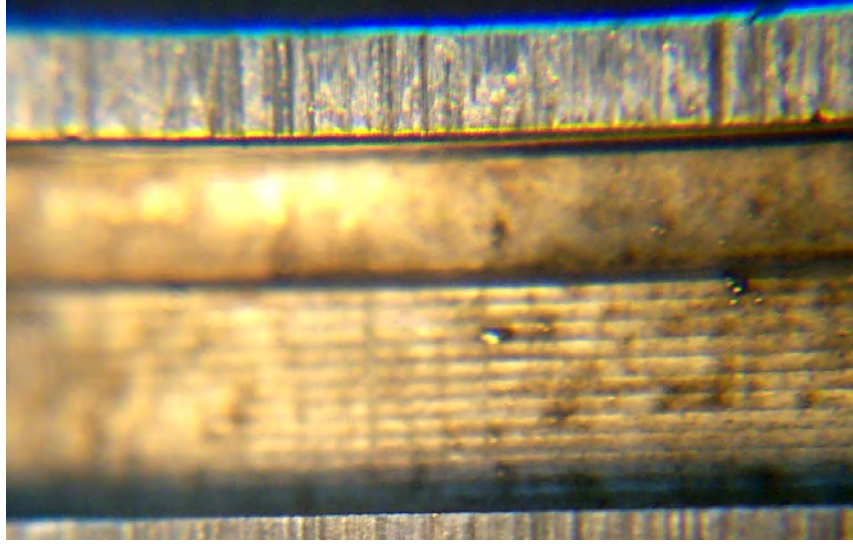
- Emme sisteminde sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Montajdan önce yağ karteri ve emme borularındaki kirler temizlenmelidir.
- Yağ buharı separatörünü kontrol edin, temizleyin veya değiştirin.
- Hava filtresi kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.
- Montaj sırasında temizliğe dikkat edilmelidir.



Resim 3 Segman yuvası aşınması



3.4 Piston segmanlarının kuvvetli radyal aşınması



Resim 1 Nispeten düşük eksenel aşınmaya karşı kuvvetli radyal aşınma



Resim 2 Piston segmanlarında çizik izleri ve yanmış bölgeler

Bulgu:

- Piston segmanları ciddi radyal aşınmaya maruz kalmış (Resim 1).
- Piston segmanlarının çalışma yüzeyleri, çalışma yönünde tüm çevre boyunca çizik izlerine sahiptir.
- Piston segmanlarının çalışma yüzeyleri kısmen yanmış (Resim 2).
- Piston segmanlarının eksenel aşınması düşüktür.
- Segman yuvalarının yan yüzünün eksenel aşınması aynı şekilde düşüktür.
- Yağ kontrol segmanının sıyırma yüzeyleri aşınmış olabilir (Resim 2).
- Piston eteğinde muhtemelen sürtünme veya kazınma izleri ile birlikte kuvvetli çizik izleri vardır.

Nedenleri:

- Yağdaki çok yüksek yakıt oranı, yağ filmini inceltir, bu da yağın taşıma kapasitesini önemli ölçüde azaltır ve böylece motor parçalarının aşınması artar. Bu tür bir hasarın aşağıda belirtilen nedenleri olabilir:
- Enjeksiyon sistemi yanlış ayarlanmıştır.
 - Soğuk çalıştırmada karışım oranı aşırı zengindir.
 - Enjektör memeleri hatalı çalışıyor.
 - Boşluk ölçüsünün çok küçük olması nedeniyle, piston silindir kafasına çarpar ve memelerin kontrolsüz bir şekilde püskürtmesine neden olur.
 - Kompresyon basıncı, yanlış ateşlemeye neden olabilecek şekilde çok düşüktür. Bunun nedenleri şunlar olabilir:
 - Bir supap sızdırıyor olabilir.
 - Silindir kafası contası sızdırıyor olabilir.
 - Kontrol zamanları doğru ayarlanmamıştır.
 - Boşluk ölçüsü çok büyüktür.
 - Bir veya birden fazla piston segmanı hasarlıdır.
 - Ateşleme sisteminde bir hata oluşmuştur, örneğin arızalı bir buji.

Çözüm/Önleme:

- Enjeksiyon sistemi doğru ayarlanmalıdır (soğuk çalıştırmada zenginleştirme vs.).
- Enjektör memeleri kontrol edilmelidir.
- Montaj ölçülerine uyulmalıdır.
- Bujiler kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir. Üreticinin spesifikasyonlarına göre ayar yapılmalıdır.

3.5 Piston segmanları değiştirildikten sonra artan yağ tüketimi

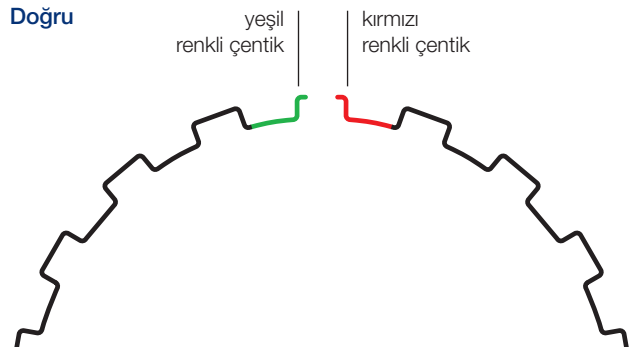


Resim 1 Doğru yerleştirilmiş segman yayı (her iki renk kodlaması da görünüyor)

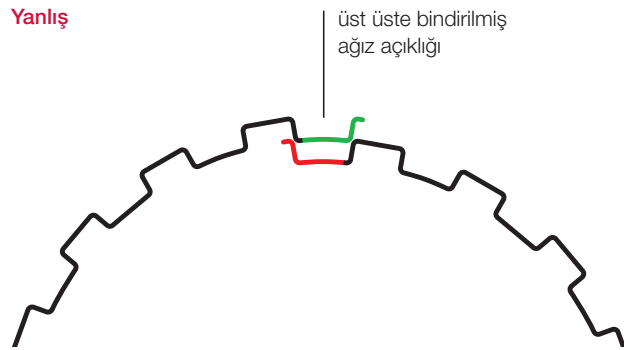


Resim 2 Yağ geri dönüş kanalı

Doğru



Yanlış



Bulgu:

- Üç parçalı yağ kontrol segmanlı (tip 3S) yeni piston segman setleri monte edildikten sonra, motorda mavi duman ve artan yağ tüketimi var.
- Artan yağ tüketimi genellikle sadece motorun bazı pistonlarındadır.
- Buji ve etkilenen silindirin yanma odası yağlı ve/veya kurumludur.

Nedenleri:

Üç parçalı yağ segmanını monte ederken, segman yayı üst üste binecek şekilde yerleştirilmiştir. Bundan dolayı, yayın her iki çelik lamel (raylar) üzerindeki sıkıştırma basıncı çok düşüktür.

Pistonla çalışırken, örneğin biyel kolunu monte ederken, segman yayı iki birleşim yeri üst üste gelecek şekilde atlatılmıştır.

3S segmanın alt lamelinin ağız açıklığı yanlış konuma (yağ geri dönüş kanalı bölgesine) monte edilmiştir.

Çözüm/Önleme:

- Segman yayını, birleşim yerleri üst üste gelmeyecek şekilde yerleştirin.
- Alt ve üst lameller (ray), segman yayının ağız açıklığından 120° sola veya sağa doğru yerleştirilmelidir.
- Lamelin ağız açıklığı, yağ geri dönüş kanalı bölgesinde olmamalıdır.
- Pistonu silindir deliğine monte etmeden önce, segman yayının ağız açıklığını tekrar kontrol edin. Yay birleşim yerlerinin her iki renkli işaretlemesi de görünür olmalıdır (Resim 1). Sadece bir renk işareti görünüyorsa, yağ kontrol segmanı tekrar sökülmeli ve ardından doğru şekilde takılmalıdır.
- Lamelin ağız açıklığı, yağ geri dönüş kanalı bölgesinde (Resim 2) olmamalıdır. Aksi takdirde, lamelin kanaldan dışarı fırlama riski vardır.
- Yağ buharı separatörünü kontrol edin, temizleyin veya değiştirin.



Tam uyumlu ve uzun ömürlü,
kendisini kanıtlamış kalite

4. Silindir gömlekleri

MAHLE silindir gömlekleri (WN/LW + WT/LD) ve soğutma kanatlı silindirler (WR/LF), motor üreticisinin tasarımına bağlı olarak bitmiş şekilde işlenmiş (honlanmış) veya yarı mamul silindir deliğine (WV/LP) sahiptir. Pistonların ana ölçüleri ve özellikleri katalogta belirtilmiştir.



Islak silindir gömleği (WN/LW)

Silindir bloğundaki yuvalar ve özellikle oturma yüzeyleri dikkatlice temizlenmeli ve hasar görmemelidir. Korozyona uğramış yüzeyler yeniden işlenmelidir (flanşlı ve dış çapı üst beden gömlekler kullanın). Burada doğru oturmaya dikkat edin (motor üreticisinin talimatlarına göre gömlek çıkıntı ölçüsü). Gömleği ilgili sızdırmazlık halkalarıyla birlikte taktıktan sonra (kayganlaştırıcı madde kullanın), sıkışmış sızdırmazlık halkalarının neden olduğu daralmaları tespit etmek için silindir çapını, özellikle sızdırmazlık halkalarının bulunduğu bölgede kontrol edin. Yanlış contalar (çap ve malzeme) silindirin daralmasına ve dolayısıyla motor hasarına yol açabilir. Bu nedenle, uygun MAHLE conta kitlerine sahip MAHLE silindirlerini kullanmanızı öneririz.

Kuru silindir gömlekleri (WT/LD)

Silindir gömleğini takmadan önce, silindir bloğundaki yuva dikkatlice temizlenmeli ve ölçülere uygunluk ve olası deformasyon açısından kontrol edilmelidir. Dairesel ve silindirik bir yuva önemlidir, çünkü bu, yerleştirilen, ince et kalınlığına sahip burcun geometrik iç şeklini belirler.

Burçları itmek için asla yağ veya gres kullanılmamalıdır, çünkü bu kokuşmaya neden olur ve ısı akışını engeller. Molibden disülfür gibi özel kayganlaştırıcı maddeler daha iyidir.

Ön işleme tabi tutulmuş silindir gömleği (WV/LP)

Flanş oturma yüzeyi yuvaya dik olmalı, düz ve yeterince pahlanmış olmalıdır. Gömlek flanşının eşit olmayan şekilde oturması, flanşın kopmasına neden olabilir.

Bu silindirde, delik sadece önceden açılmıştır. Silindir preslendikten sonra, silindir deliği hassas bir şekilde delinir ve nominal ölçüye göre honlanır.

Gömleğin alın yüzeyi silindir bloğunun sızdırmazlık yüzeyi ile aynı seviyede olmalıdır; gerekirse blok yüzeyi ve silindir gömleği taşlanmalıdır.

Soğutma kanatlı silindir (WR/LF)

Motor üreticilerinin tasarımlarına uygun olarak gri pik döküm veya hafif metal silindirler kullanılır.

Hafif metal silindirler (örneğin çalışma yüzeyleri NIKASIL®, SILUMAL®, Cromal® olanlar), bazı silindir tiplerindeki küçük montaj boşlukları nedeniyle birkaç gruba ayrılır. Burada ölçü grubuna uyan piston kullanılacaktır. Komple bir kit (silindir + piston) kullanmanızı öneririz. Bunlar MAHLE tesislerinde birbirlerine uyacak şekilde eşleştirilmektedir.

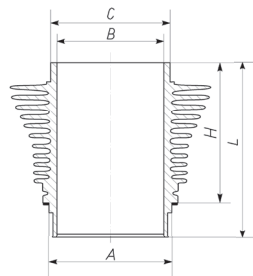
Tipleri ve teknik terimler

Ana boyutlar

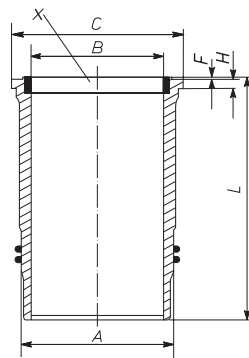
- A = Ana çapı
- B = Ön işleme tabi tutulmuş burçlar için izin verilen maksimum bitmiş çap
- C = Bilezik çapı
- F = Ateş koruma halkası kenar yüksekliği
- H = Bilezik yüksekliği
- L = Toplam uzunluk
- R = Serbest dönüş yüksekliği
- X = Silindir gömleği halkası

MAHLE silindirleri ve gömlekleri, pistonun kayan-sürtünen üniteleri ve piston segmanları için tribolojik olarak optimize edilmiştir.

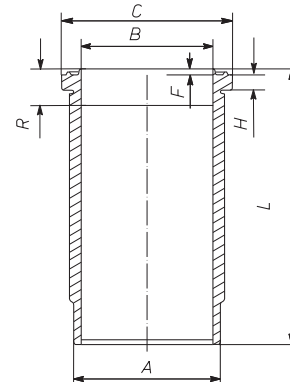
Soğutma kanatlı silindir



Islak gömlek



Kuru gömlek



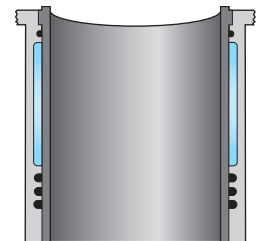
Soğutma kanatlı silindirler ve silindir gömlekleri için montaj önerileri

MAHLE soğutma kanatlı silindirler ve silindir gömlekleri, motor üreticisinin tasarımına bağlı olarak bitmiş şekilde işlenmiş (honlanmış) veya yarı mamul silindir deliğine sahiptir.

Motor üreticisi tarafından alt bölümlere ayrılmış ölçü gruplarının (örn. renk kodlaması veya harfler) öngörüldüğü durumlarda, bu durum ilgili işaretleme yoluyla kitlerde de korunmuştur.

Islak silindir gömleği (WN/LW)

Silindir bloğundaki yuvalar ve özellikle oturma yüzeyleri dikkatlice temizlenmeli ve hasar görmemelidir. Korozyona uğramış yüzeyler yeniden işlenmelidir (flanşlı ve dış çapı üst beden gömlekler kullanın). Bu sırada parçanın kolay işlevine ve doğru oturmasına dikkat edin (motor üreticisinin talimatlarına göre gömlek çıkıntı ölçüsü). Gömleği ilgili sızdırmazlık halkalarıyla birlikte taktıktan sonra (kayganlaştırıcı madde kullanın), sıkışmış sızdırmazlık halkalarının neden olduğu daralmaları tespit etmek için silindir çapını, özellikle sızdırmazlık halkalarının bulunduğu bölgede kontrol edin. Yanlış contalar (çap ve malzeme) silindirin daralmasına ve dolayısıyla motor hasarına yol açabilir. Motoru çalıştırmadan önce olası sızıntıları tespit etmek için, burçların takılmasından sonra soğutma sistemine basınç uygulanmalıdır.



Kuru silindir gömlekleri

Silindir gömleğini takmadan önce, silindir bloğundaki yuva dikkatlice temizlenmeli ve ölçülere uygunluk ve olası deformasyon açısından kontrol edilmelidir.

Dairesel olmayan veya hasarlı delikler, üst beden gömleklerin takılması için yeniden işlenebilir. Burada dairesel ve silindirik bir yuva önemlidir, çünkü bu, preslenen, ince et kalınlığına sahip burcun geometrik iç şeklini belirler.

Ön işleme tabi tutulmuş silindir gömleği (WV/LP)

Flanş oturma yüzeyi yuvaya dik olmalı, düz ve yeterince pahlanmış olmalıdır. Gömlek flanşının eşit olmayan şekilde oturması, flanşın kopmasına neden olabilir.

Sadece iç çapta önceden delinmiş olan burcun takılmasından sonra, bu silindir deliği ince bir şekilde delinir ve nominal ölçüye göre honlanır veya ince delinmiş burçlar söz konusu olduğunda, sadece honlama yapılır (DIN/ISO H5'e göre tolerans).

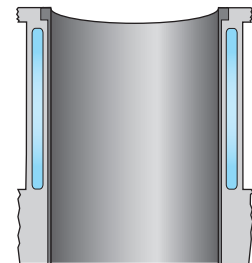
Gömleğin alın yüzeyi silindir bloğunun sızdırmazlık yüzeyi ile aynı seviyede olmalıdır; gerekirse blok yüzeyi ve silindir gömleği taşlanmalıdır.

Honlanmış silindir gömlekleri (WT/LD)

Bu silindir gömlekleri silindir bloğunun deliğine sadece kayarak oturur veya küçük bir üst üste binme yapar. Burcu takmadan önce, blok içindeki yuva doğru bir şekilde ölçülmelidir.

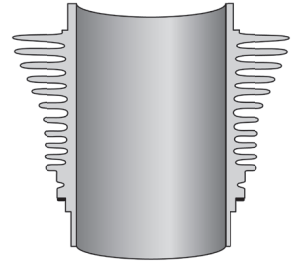
Burçları preslemek için asla yağ veya gres kullanılmamalıdır, çünkü bu kokaşmaya neden olur ve ısı akışını engeller. Molibden disülfür gibi özel kayganlaştırıcı maddeler daha iyidir.

Presleme işleminden sonra, silindir çapı birkaç düzlemde (en azından üstten ve alttan) çapraz olarak ölçülmelidir.



Soğutma kanatlı silindir (WR/LF)

Motor üreticilerinin tasarımlarına uygun olarak gri pik döküm veya hafif metal silindirler kullanılır. Hafif metal silindirler (örneğin çalışma yüzeyleri NIKASIL®, SILUMAL®, Cromal® olanlar), standart silindir ölçüsündeki küçük montaj boşlukları nedeniyle birkaç gruba ayrılır.



Üç ölçü grubu için aşağıdaki örnek, standart bir ölçü için sınıflandırmayı açıklamaktadır.

Piston 503 81 00	Silindir 503 WR 27	Kit 503 81 92
Çap ölçü grubu işaretlemesi		Piston/silindir kombinasyonları
A 94,919–94,923	A 95,000	A–A
AB 94,923–94,933		AB–A ve AB–B
B 94,933–94,937	B 95,013	B–B

Silindir gömlekleri ve soğutma kanatlı silindirler için contalar

Conta kitleri (SK)

En yaygın silindir gömleklerimiz ve soğutma kanatlı silindirlerimiz için eşleşen conta kitleri mevcuttur ve ayrı ürün numaraları ile sipariş edilebilir (Resim 1).

Conta malzemeleri

Ke	= Keltan/EPDM
Pa	= Kağıt conta
Pe	= Perbunan/NBR
Si	= Silikon/VMQ/MVQ
T	= Tombak halka
Vi	= Viton/FKM/FPM
We	= Yumuşak demir conta/Ayar rondelası

Conta malzemelerinin özellikleri

Ağır yüklere maruz kalan motorlar için, OE spesifikasyonlarına uygun olarak peroksit çapraz bağlı malzemeden yapılmış contalar sunuyoruz. Bu contalar katalogda "perox" ibaresi ile etiketlenmiştir.

perox = Peroksit çapraz bağlı malzeme



Resim 1 Islak silindir gömleği için conta kiti



4.1 Silindir gömleklerinin dış yüzeyinde oyuklar (kavitasyon)



Resim 1a Kavitasyon hasarlı silindir gömleği

Bulgu:

Islak silindir gömleklerinde dış tarafta, su gömleği bölgesinde oyuklar veya delikler var (Kavitasyon, Resim 1a+b). Bu delikler çoğunlukla pistonun basınç ve/veya karşı basınç tarafında, üst veya alt ölü noktası bölgesinde görülür.

Nedenleri:

Kavitasyon hasarı silindir gömleğinin titreşimlerinden kaynaklanır. Bu titreşimler, pistonun üst ve alt ölü noktadaki yaslanma yönü değişikliği nedeniyle silindir cidarında oluşur ve kendisini çevreleyen su gömleğine aktarılır. Bir salınım fazı sırasında silindir cidarı geri çekildiğinde, kısa bir süre için bir vakum oluşur, bu da su içerisinde buhar kabarcıklarının oluşmasına yol açar. Suyun en ön tarafının geri dönüşü sırasında buhar kabarcıkları kendi içlerinde patlar ve silindire çarpan su da malzemede erozyona yol açar. Kavitasyon aşağıda belirtilen durumlarda meydana gelir:

- Soğutma sıvısında, kabarcık oluşumunu azaltmak için yeterli antifriz yoktur.
- Soğutma sistemi, örneğin radyatör kapağı sızdırıyor. Bu nedenle soğutma sisteminde basınç oluşamaz ve kabarcık oluşumu teşvik edilir.
- Yağ karteri içindeki silindir gömleğinde çok fazla boşluk vardır. Bunun sonucunda, pistonun yaslanma yönü değişikliğinden kaynaklanan titreşimler yeterince sönümlenemez.
- Yanlış bir soğutma sıvısı (asit içerikli su vb.) kullanılmıştır.
- Motorun sıcaklık seviyesi çok düşüktür. Bundan dolayı soğutma sıvısının seviyesi çok düşüktür ve böylece kabarcık oluşumu teşvik edilmiş olur. Piston da bu şekilde çalışma sıcaklığına ulaşamaz, fazla çalışma boşluğu ve fazla sert olan yaslanma yönü değişikliği meydana gelir. Çok düşük sıcaklık seviyesinin nedeni aşağıda belirtilenler olabilir:
 - Termostat veya termal devre kesici arızalıdır.
 - Havalandırma fanının Visco®kavraması arızalıdır, yani havalandırma fanı sürekli çalıştırılmaktadır.

Çözüm/Önleme:

- Soğutma sisteminde (radyatör kapağı, hortumlar, kelepçeler) sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır.
- Radyatör kapağındaki/genleşme haznesinin kapağındaki supabın açılma basıncını kontrol edin. Gerekirse kapağı değiştirin.
- Korozyon koruması içeren yeterli miktarda antifriz doldurulmalıdır.
- Soğutma sisteminin (termostat, fan, termal devre kesici) fonksiyonu kontrol edilmelidir.

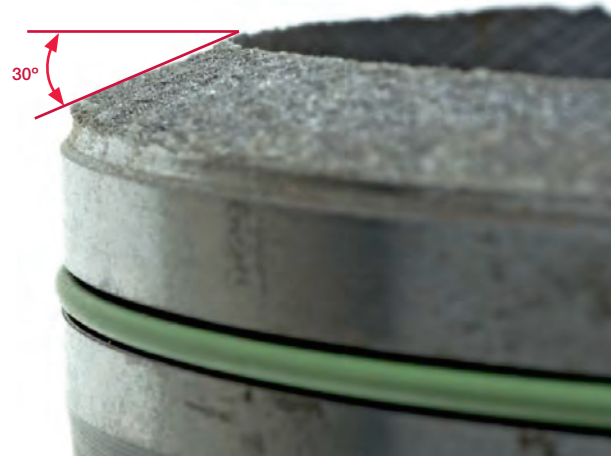


Resim 1b Keskin kenarlı ve içe doğru büyüyen oyukları olan silindir gömleğinin yakından görünümü

4.2 Silindir gömleklerinde kopmuş flanş



Resim 1 Kırılmış silindir gömleği flanşı



Resim 2 Kaba yapılı ve yaklaşık 30° ilerleme açılı kırılma

Bulgu:

- Silindir gömleği flanş altından kopmuştur (Resim 1).
- Kırılma ilerleme açısı yaklaşık 30°'dir (Resim 2).
- Kaba bir kırılma yüzeyi yapısı görülebiliyor (Resim 2).

Nedenleri:

Bu zorlama sonucu kırılmayı başlatan, flanş oturma yüzeyindeki bir eğme momentidir. Eğme momentinin nedenleri şunlar olabilir:

Silindir gömleği ile flanş arasında yabancı cisimler (örneğin kir, conta artıkları, talaşlar) vardır.

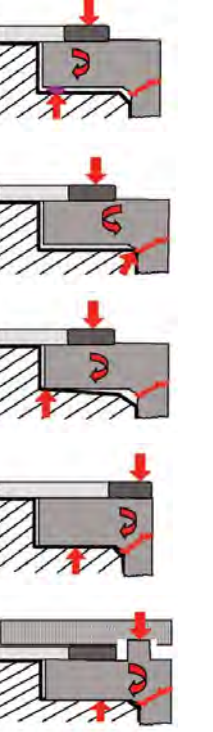
Flanş oturma yüzeyi pahlanmamıştır.

Flanş oturma yüzeyi eğik işlenmiştir.

Yanma odası çerçeve çapının çok küçük olduğu yanlış bir silindir kafası contası kullanılmıştır.

Silindir kafasındaki alev koruma kanalı temizlenmemiş veya silindir kafasına yüzey tıllaması yapıldıktan sonra, yeniden işlenmemiştir.

Aşırı büyük bir silindir gömleği mesafesi nedeniyle, silindir gömleği oturma yüzeyinde sallanır ve bu da kuvvetli çarpma darbelerine neden olur.



Çözüm/Önleme:

- Motor bloğundaki flanş yuvasının temiz işlendiğine dikkat edilmelidir.
- Motor bloğundaki silindir gömleği oturma yüzeyi düzlük ve diklik açısından kontrol edilmelidir.
- Flanş oturma yüzeyine işlendikten sonra pah kırılmalıdır.
- Sadece motor için öngörülmüş olan silindir kafası contaları kullanılmalıdır.

4.3 Silindir gömleklerinde uzunlamasına çatlaklar



Resim 1 Silindir gömleğinde uzunlamasına çatlak



Resim 2 Silindir gömleğinin alt ucunda uzunlamasına çatlak

Bulgu:

Silindir gömleğinde uzunlamasına bir çatlak var (Resim 1+2).

Nedenleri:

Silindir gömleğinin üst veya alt ucundan başlayan uzunlamasına çatlak:

Silindir gömleğinde, örneğin sert bir zemine düşme gibi kuvvetli bir aksel darbeden kaynaklanmış olabilecek kullanım veya nakliye hasarı var. Bundan dolayı silindir gömleği malzemesinde oluşan gerilimler, yukarıda belirtilen hasar görüntüsüne yol açabilir.

Pistonun çalışma bölgesinde uzunlamasına çatlak:

Sıvı darbe etkisinden dolayı (ayrıca bkz. Bölüm "1.3 Sıvı darbe etkisi", Sayfa 10), yanma odasında çok büyük kuvvetler oluşur. Su sıkıştırılmadığından, bitişikte bulunan parçalar ve özellikle silindir gömleği, oluşan kuvvetleri üzerine almak zorunda kalır. Bu durum, silindir gömleğinin patlamasına neden olabilir.

Çözüm/Önleme:

- Silindir gömlekleri dikkatli bir şekilde ve sadece dik olarak taşınmalıdır.
- Silindir gömleği takılmadan önce bir ses testi yapılmalıdır. Buna ek olarak, silindir gömleğinin yüzeyi görsel olarak da kontrol edilmelidir.

4.4 Ön işleme tabi tutulmuş silindir gömleğinin dışında ve içinde sürtünme hasarı (WN/LS)



Resim 1 Piston eteğinde sürtünme hasarı



Resim 2a+b Silindir gömleğinin dışında sürtünme hasarı (tüm çevre boyunca)



Bulgu:

- Motor revizyonundan yaklaşık 1.000 km sonra piston sürtünme hasarı (Resim 1).
- Silindir deliğinde tüm çevre boyunca kuvvetli sürtünme hasarı.
- Silindir gömleğinin dışında kuvvetli uzunlamasına çizik izleri ve tüm çevre boyunca itilmiş malzeme var (Resim 2a+b).
- Motorun tüm silindirleri benzer bir hasar görüntüsü sergilemektedir.

Nedenleri:

Motor bloğundaki ön işleme tabi tutulmuş silindir gömlekleri için yuvalar çok küçük açılmıştır. Bunun sonucunda, silindir gömleği ile motor bloğu arasındaki örtüşme çok büyük olmuştur. Bu durum, silindir gömleğinin dış kısmında çizik izlerine ve presle takma sırasında silindir gömleğinde çok yüksek gerilmelere neden olmuştur. Silindir çalışma yüzeyinin istenilen ölçüde delinerek ve honlanarak işlenmesinden sonra bile gerilmeler hala mevcuttur. Yaklaşık ilk 1.000 km'deki çalışma sıcaklıkları nedeniyle silindir gömleğindeki gerilmeler yavaş yavaş azalmış ve bu da silindir gömleğinin mote edilmiş durumda dalgalı bir şekilde deforme olmasına neden olmuştur. Dalga şeklindeki deformasyon nedeniyle, silindir deliği ile piston arasındaki boşluk sürekli olarak azalmış ve bu da pistonların sürtünme hasarına uğramasına neden olmuştur.

Çözüm/Önleme:

Yarı mamul silindir gömleklerini motor üreticisi tarafından belirtilen örtüşme ile presleyin. Bu genellikle binek araç motorlarında 0,04–0,06 mm'dir (Gri pik döküm blok ve gri pik döküm silindir için referans değerler). Presleme için genellikle 5.000-15.000 N (500-1.500 kg'a eşdeğer) kuvvet gereklidir.

Silindiri preslemek için 40.000-50.000 N (4-5 tona eşdeğer) kullanıldığında, bu durum örtüşmenin çok büyük olduğunun açık bir göstergesidir! Preste bu kadar yüksek kuvvetler görüldüğü anda, işlem iptal edilmeli ve yuva ölçülmeli ve honlanmalıdır.

5. Supaplar

Tipleri ve teknik terimler

Tek metal supaplar

Bunlar sıcak ekstrüzyon yöntemi veya dikey presleme yöntemi kullanılarak amaca uygun bir şekilde üretilir.

Bimetal supaplar

Bimetal supaplar, hem sap hem de kafa için ideal malzeme kombinasyonuna olanak tanır.

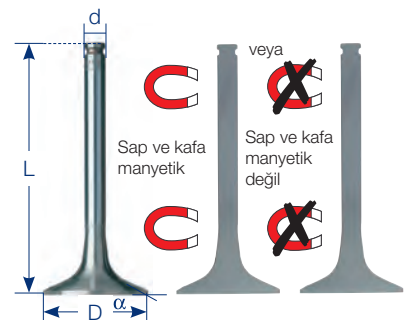
İç boş supaplar

Bunlar bir yandan ağırlığın azaltmasına, diğer yandan da sıcaklığı düşürmeye yararlar. Sodyum (erime noktası 97,5 °C) ile doldurulduğunda, sıvı sodyumun ısıtıcı etkisi ısıyı supap kafasından supap sapına taşıyabilir ve 80 °C ile 150 °C arasında bir sıcaklık düşüşü sağlayabilir.

Malzemeler

- S = Ağır yüklere maruz kalan emme supapları ve düşük yüklere maruz kalan egzoz supapları için yüksek alaşımlı CrSi çeliği ve bimetal supaplar için sap malzemesi.
- X = Yüksek yüklere maruz kalan emme supapları için mükemmel aşınma direnci ve kayma özelliklerine sahip CrMoV çeliği.
- T = Benzin ve dizel motorlarında en yüksek mekanik ve termik zorlamalara maruz kalan emme ve egzoz supapları için azot katkılı östenitik CrMnNi çeliği. Bimetal supaplar için kafa malzemesi olarak da kullanılır.
- PT = Mükemmel ısı ve aşınma direncine sahip östenitik CrMnNiNb çeliği. Kamyonlar için yuva güçlendirmesi olan ve olmayan standart supap. Binek araç turbo dizellerinde de kullanılır.
- I2 = İyi korozyon direncine ve yüksek ısı direncine sahip düşük demir-nikel alaşımı. Ağırlıklı olarak ticari araç bimetal supapları için kafa malzemesi olarak kullanılır.
- I = En yüksek yüklere maruz kalan egzoz supapları için nikel süper alaşım (Nimonic 80A®).

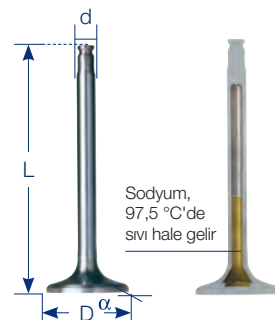
Tek metal supap



Bimetal supap



Sodyum dolgu içi boş supap



Montaj önerileri

Supaplar, motorda termik ve mekanik olarak en çok zorlanan bileşenler arasındadır. Bunların ve dolayısıyla motorun kullanım ömrü büyük ölçüde doğru montaja bağlıdır.

MAHLE supaplar montaja hazır durumda ve ayrı ayrı paketlenmiş olarak teslim edilir.

Montajdan önce supaplarda herhangi bir hasar (örn. düşme sonucu) olup olmadığını kontrol edin. Hasarlı veya bükülmüş supapları asla takmayın. Supapların motorunuz için uygun olduğundan emin olun.

MAHLE supaplar sadece ilgili uygulama için tasarlanmıştır ve hiçbir koşulda mekanik olarak işlenmemeli veya değiştirilmemelidir.

Supabı takmadan önce, supap yayı tablasının iç konisinde aşınma veya hasar olup olmadığını kontrol edin. Ayrıca, supap yayı kuvvetinin hala motor üreticisi tarafından belirtilen değerler dahilinde olup olmadığını da kontrol edin.

Montaj sırasında daima yeni supap konisi parçaları ve supap sapı contaları kullanın.

Supap sapı, supap kılavuzuna yerleştirilmeden önce temiz motor yağı ile yeterince yağlanmalıdır.

Motor üreticisinin sağladığı verilere ve montaj talimatlarına uyulmalıdır.

Supaplar yerleştirildikten sonra, sap contaları için montaj kovani supap ayağının üzerine kaydırılmalıdır. Bu şekilde, supap sapı contasının sızdırmazlık dudaklarının supap kanalları tarafından hasar görmesi engellenir.

Malzemeler

Östenitik çelikler
Martensitik çelikler

Tip

Tek metal supaplar
Bimetal supaplar

Yuva tipi

Plazma tozuguçlendirmesi
İndüksiyonla sertleştirme

Endüktif ayak sertleştirme

Kontur sertleştirme
Tam sertleştirme
Yüzey sertleştirme

İç boş supaplar

Sap çapı: >6 mm

Delik kapatma:

- Lazer kaynağı
- Sürtünme kaynağı
- Sodyum dolgu

Boyun profili

Tornalanmış, taşlanmış
Kontur dövme

Kafa tabanı

İşlenmiş
Dövme
Kalotlu veya kalotsuz

Ayak geometrisi

1–3 oluklu özel tip

Supap boyu

80–210 mm

Kafa çapı

18–65 mm

Sap çapı

5–12 mm

Yüzey işlemi

Tuz banyosunda nitrürlenmiş, sert krom kaplama
(Katman kalınlıkları: 3–35 µm)

Aşırı mekanik, kimyasal ve termik yüklere dayanmak ve ısıyı mümkün olan en iyi şekilde dağıtmak için supaplarımız çok çeşitli uygulamalar için optimize edilmiştir.

Supap kılavuzları

Teknik terimler

Supap kılavuzları supabı supap yuvası üzerinde ortalar ve supap sapına etki eden yanıl kuvvetleri dengeler. Ayrıca bunlar da supap sapı aracılığıyla supap kafasından silindir kafasına ısı aktarımından sorumludur. Genel olarak, sadece emme veya egzoz supap kılavuzları ile hem emme hem de egzoz tarafında kullanılan supaplar arasında bir ayırım yapılır.

Malzemeler

Supap kılavuzları gri pik döküm, pirinç ve sinterlenmiş malzemelerden üretilmektedir. Özel alaşım bileşenler kayma, ısı ve aşınma özelliklerini optimize eder. Burada aşağıdaki malzemeler kullanılmaktadır:

- B = İyi aşınma direncinin yanı sıra iyi yorulma ve korozyon direncine sahip CuZnAl alaşımı. Orta düzey yük uygulamalar için.
- B1 = Aşınma direncini artırmak için fosfor eklenmiş CuSn alaşımı. Yüksek yük uygulamaları için uygundur.
- G1 = Perlitik mikroyapılı ve iyi aşınma direncine sahip gri pik döküm alaşımı. Normal yükler için.
- G2 = Perlitik mikroyapılı ve fosfor ilavesi arttırılmış gri pik döküm alaşımı. Kalıptaki ağ benzeri formasyon, daha fazla aşınma direnci ve daha iyi acil durum çalışma özellikleri sağlar. Yüksek yüklere uygundur.
- CN = Artırılmış sertlik derecesine ve termik iletkenliğin yanı sıra aşınma ve sürtünme dayanıklılığına sahip CuNi alaşımı. Ağır kullanım koşullarında bile yüksek dayanıklılık için.
- SM = Aşırı yüksek sıcaklıklarda bile korunan yüksek mekanik dirence sahip sinterlenmiş metal alaşım. Ağır yüklere maruz kalan motorlar için geliştirilmiştir.

Montaj önerileri

Supap kılavuzlarını taktıktan (sıkı geçme/presleme) sonra, supap kılavuzlarının içi belirtilen boyutta raybalanmalıdır. Bu hem yarı işlenmiş supap kılavuzları hem de nominal ölçülere göre işlenmiş supap kılavuzları için geçerlidir.

Bunun nedeni, yeni supap kılavuzlarının silindir kafasına takılması sırasında oluşabilecek deformasyondur.

Raybalama için bir el raybası ve biraz vida dişi açma yağı kullanılması öneririz.

Supap sapı çapı sadece araç üreticisi tarafından raybalanmış supap kılavuzu ile birlikte belirtilen boşluğu sağlar.

Montajdan önce tüm parçalar temizlenmeli ve iyice yağlanmalıdır.

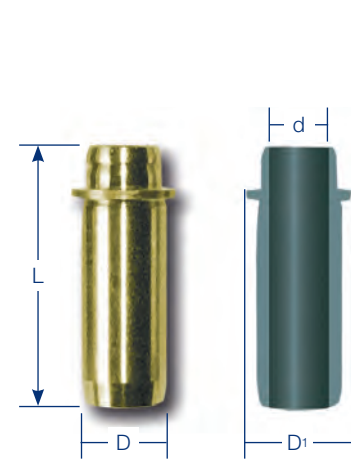
Yeni supap sapı contaları, sızdırmazlık dudaklarının hasar görmesini önlemek için her zaman bir yardımcı montaj aleti ile takılmalıdır.

Supap kılavuzlarının raybalanması için kılavuz değerler

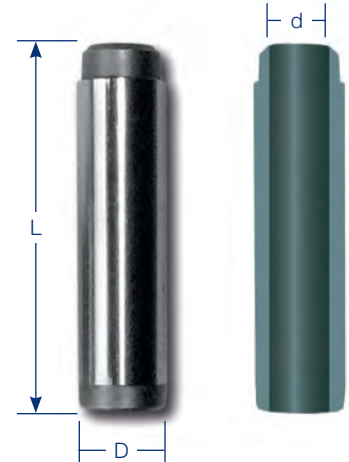
Supap sap çapı	Emme supabı	Egzoz supabı
6–7 mm	10–40 µm	25–55 µm
8–9 mm	20–50 µm	35–65 µm
10–12 mm 10–12 mm	40–70 µm	55–85 µm

Supap sapı ile supap kılavuzu arasındaki boşluk için kılavuz değerler.

Demir olmayan malzemeden supap kılavuzu



Gri pik döküm malzemeden supap kılavuzu



Bakır malzemeden supap kılavuzu



Supap bagaları

Teknik terimler

Supap bagaları, alüminyum silindir kafalarındaki supap tahrikinin genel konseptinde merkezi bir işleve sahiptir: Ana görevi, supaplarla birlikte yanma odasını sızdırmaz hale getirmek ve oluşan ısıyı silindir kafasına dağıtmaktır. Alüminyum silindir kafası ve alaşımlarının malzeme özellikleri bir supap yuvasının görevleri için yeterli olmadığından, yüksek esnekliğe sahip supap bagaları supapların yumuşak silindir kafası malzemesine çarpmasını önler.

Supap bagaları tam olarak yüklerine uyarlanmıştır ve hem malzeme hem de işlenebilirlikleri sayesinde görevlerini yerine getirirler.

Malzemeler

Modern motorların artan gereksinimlerini karşılamak için MAHLE, çeşitli gri pik döküm ve çelik dökümlerin yanı sıra yüksek esnekliğe sahip sinterlenmiş metaller de sunmaktadır.

ST = Yüksek oranda krom ve tungsten içeren kobalt bazlı malzeme. Aşınmaya ve korozyona son derece dayanıklı bu alaşımdan üretilen supap bagaları, çoğunlukla CNG, biyogaz ve atık gazı gibi alternatif yakıtlarla çalışan motorlarda kullanılmaktadır.

GG1 = Benzinli ve turbo dizel motorların emme bölgesinde kullanılan, yüksek basınç mukavemeti ve aşınma direnci ile karakterize olan, yüksek karbon içeriğine sahip, kolay işlenebilir gri pik döküm alaşımı.

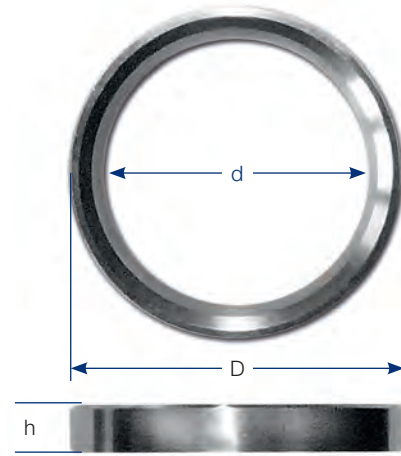
SG1 = Yüksek oranda krom (>%10) ve molibden içeren yüksek sıcaklığa dayanıklı çelik döküm. Isıya karşı dayanıklılığa ek olarak, bu supap bagaları aynı zamanda iyi sürünme direnci ve çok iyi korozyon direnci ile karakterize edilir. Uygulama: Dizel ve benzinli motorlarda kullanılırlar.

SG2 = Çok yüksek krom içeriğine (>%30) sahip yüksek performanslı çelik döküm, molibden ile birlikte son derece yüksek korozyon ve ısı mukavemetine sahiptir ve esas olarak dizel ve benzinli motorlarda kullanılır.

SG3 = Turboşarjlı dizel ve benzinli motorların yanı sıra CNG ve LPG gibi alternatif yakıtla çalışan motorlarda, aşınmaya karşı yüksek dirençli supap bagaları için kullanılan, yüksek oranda molibden ve vanadyum içeren yüksek alaşımlı çelik döküm malzeme.

SM1 = Benzinli, dizel ve otogazlı yüksek performanslı doğal emişli ve turbo motorlar için geliştirilmiş, aşırı aşınma direncine sahip emme ve egzoz supap bagaları için son derece yüksek kaliteli ve yüksek performanslı sinterlenmiş malzeme.

Supap bagası



Bir supap bagasının ana ölçüleri

D = Dış çap

d = İç çap

h = Yükseklik

Montaj önerileri

MAHLE supap bagaları montaja hazır durumdadır, yani yerleştirmek için ayarlama işlemine gerek yoktur.

Supap bagasını silindir kafasına sabitlemek için, supap bagası ile silindir kafasındaki yuva arasında doğru örtüşme olmalıdır. Örtüşme çok büyükse, supap bagasının preslenmesi nedeniyle alüminyumun kuvvetli deformasyonu, silindir kafasında plastik deformasyona yol açabilir. Supap bagaları arasındaki setlerin bölgesinde de gerilme çatlakları oluşabilir.

Örtüşme çizelgesi, silindir kafasındaki yuva için doğru ölçü hakkında bilgi sağlar.

Sinterlenmiş metalden yapılan MAHLE supap bagaları, yuva oda sıcaklığında basınca dayanıklı bir yağ (şanzıman yağı) ile yağlandıktan sonra uygun bir örtüşme ile silindir kafasına preslenir.

Dökümlü supap bagalarını takarken, aşağıdaki yöntemler kullanılabilir:

- Supap bagası, silindir kafasının yuvasına oda sıcaklığında preslenir.
- Oda sıcaklığına getirilmiş bir supap bagası, önceden ısıtılan silindir kafasına preslenir.
- Baga, sıvı nitrojen içinde soğutulur ve ardından oda sıcaklığına getirilmiş silindir kafasına yerleştirilir.
- Silindir kafası ısıtılır ve supap bagası soğutulur – neredeyse kuvvet uygulanmadan yapılan birleştirme işlemi için optimum yöntem.

Yuva için kılavuz değerler

Supap bagası dış çapı	Gri pik döküm silindir kafasında örtüşme	Alüminyum silindir kafasında örtüşme
20–30 mm	0,050–0,090 mm	0,040–0,080 mm
30–40 mm	0,060–0,100 mm	0,050–0,090 mm
40–50 mm	0,070–0,110 mm	0,060–0,100 mm
50–60 mm	0,080–0,120 mm	0,070–0,110 mm
60–70 mm	0,090–0,130 mm	0,080–0,120 mm

5.1 Supap sapı sürtünmesi



Resim 1a Kılavuzun içinde sürtün supap sapı



Resim 1b Supap sapında sürtünme hasarı ve çizik izleri

Bulgu:

Supap sapında sürtünme ve kazıma izleri var (Resim 1a+b).

Nedenleri:

Burada prensip olarak iki neden ayırt edilebilir:

Geometrik sapmalar:

- Supap kılavuzu ve supap yuvası eş eksenli değildir. Bunun nedeni ya imalat hatası veya supap kılavuzundaki ve/veya supap yuvasındaki kirlilikten kaynaklanabilir.
- Supap eğri veya burkulmuş, buna örneğin supap çarpması neden olmuş olabilir. Fark edilemeyecek kadar küçük bir eğrilik bile supabın daireselliğinden sapmaya yol açabilir.

- Gevşek bir supap yuvası, supap kılavuzu ile eş eksenli bir hizalamayı imkansız kılar.
- Supap kılavuzunun iç çapının çok büyük veya çok küçük olması, supap ve supap kılavuzu arasında çok büyük veya çok küçük bir boşluğa yol açar.
- Eski veya aşınmış supap tınakları kullanılmış.
- Silindir kafasının deforme olması, supap kılavuzu yuvasının şeklinde sapmalara yol açabilir. Bunlar supap kılavuzuna aktarılır.

Aşırı devir:

- Aşırı devir, tribolojik sistemin çökmesine yol açabilir. Supap kılavuzu ile supap arasındaki yağ filmi hızlı harekete uyamaz ve supap ile supap kılavuzu arasında metal temasına yol açar.
- Aşırı devir sayısından dolayı supap çarpmaları meydana gelir (bkz. yukarıdaki "Geometrik sapmalar").

Çözüm/Önleme:

- Supap kılavuzu ve supap yuvası arasındaki hizalama eş eksenli olmalıdır.
- Daha önce kullanılmış supapların yeniden işlenmesi sırasında supap sapının tam olarak doğrusal olmasına dikkat edilmelidir.
- Supap bagaları mutlaka üreticinin talimatları doğrultusunda monte edilmelidir.
- Prensip olarak, yeni supap tınakları kullanılmalıdır. Genelde eski tınaklar orantısız olarak aşınmış olabilir, bundan dolayı supaplar rahat dönemez.
- Supap kılavuzları (hem "yan" hem de "tam" işlenmiş), silindir kafasına bastırıldıktan sonra raybalayarak her zaman doğru ölçü ve geometriye göre işlenmelidir. Lütfen üretici talimatlarına uyun.
- Aşırı devirlerin ortaya çıkmasından sonra, tüm supap tahrik sistemi ve piston kafasında hasar kontrolü yapmakta fayda vardır.

5.2 Supap sapında deformasyon



Resim 1 Eğrilmiş supap sapı



Resim 2a Kopmuş supap kafası



Resim 2b Supap sapında titreşim nedenli kırılma yüzeyi

Bulgu:

- Supap sapında hafif bir eğrilme var veya bükülmüş (Resim 1).
- Supap kafası kırılmış (Resim 2a+b).

Nedenleri:

Supap sapındaki bir deformasyon, mekanik zorlamadan kaynaklanır. Bunun nedenleri şunlar olabilir:

- Supabın yanlış ayarlanmasından dolayı supap pistona çarpabilir.
- Motorun aşırı devir yapması durumunda supap yaylarının geri çekme hızı yeterli olamaz ve piston ile supap çarpışır.
- Kontrol zamanları yanlış ayarlanmıştır, yani işaretlere dikkat edilmemiştir; bundan dolayı supap tahriki ve piston hareketleri uyumlu olamaz ve supap çarpmalarına yol açılır.
- Arızalı gergi tertibatından dolayı eksantrik kayışı veya zincir atlamıştır.
- Motor geriye doğru döndürülerek zincir atlatılmıştır.
- Eksantrik kayışı veya bir zincir kopmuştur.
- Supabın mesafesi çok azdır.

Çözüm/Önleme:

- Supap boşluğu doğru ayarlanmalıdır.
- Motoru aşırı devirlerde kullanmaktan kaçınılmalıdır.
- Kontrol zamanları tam olarak ayarlanmalıdır.
- Motor asla geriye doğru döndürülmelidir.
- Eksantrik kayışı veya zincir değişimi sırasında gergi tertibatı da değiştirilmelidir.
- Silindir kafasının işlenmesinden sonra supap mesafeleri mutlaka kontrol edilmelidir.
- Manuel şanzımanlı araçları her zaman el frenini çekerek park edin.

5.3 Supap kanalında kırılma

Bulgu:

- Supap bir kanalda kırılmış veya kopmuş (Resim 1+2). Supap tırnakları deforme olmuş (Resim 3).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsüne sadece supabın mekanik olarak aşırı yüklenmesi neden olabilir. Bunun iki nedeni olabilir:

Kaba kırılma yapısı – Montaj hatası:

- Kaba kırık yapısı ile kendini belli eden zorlama sonucu meydana gelmiş bir kırık. Bu durum bir montaj hatasından kaynaklanır ve motorun onarımından kısa bir süre sonra ortaya çıkar. Supap yayı eğri takılırsa, sıkıştırılırken bir tarafta kilitlenme oluşturur. Bu sırada supabın yay tablasında büyük bir eğme momenti oluşur. Bu eğme momenti supabın kırılmasına veya kopmasına yol açabilir (Resim 4+5).

Çözüm/Önleme:

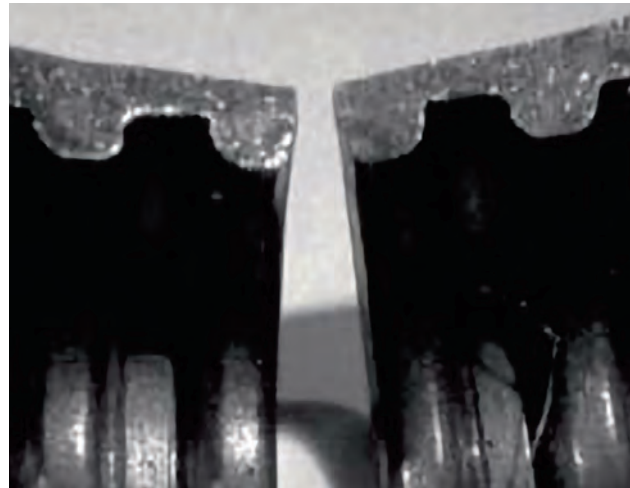
- Supap yayı montaj esnasında doğru şekilde oturmalıdır.
- Supap tahrik sistemi kontrol edilmelidir.
- Prensip olarak, yeni supap tırnakları kullanılmalıdır. Genelde eski supap tırnakları orantısız olarak aşınmıştır, bundan dolayı supaplar serbest dönmeyebilir ve supap sapında eğilme gerilmeleri oluşabilir.



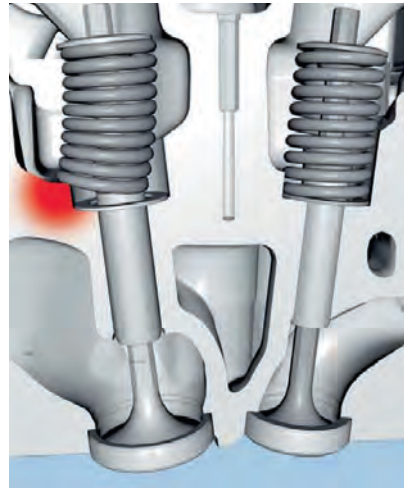
Resim 1 Aşırı deforme olmuş supap



Resim 2 Kanalda kırılmış supap ayağı (zorlama sonucu kırılma/eğilme gerilmesi)



Resim 3 Tırnak kenarlarında deformasyon



Resim 4 Bir tarafı bloğa oturmuş, eğri yerleştirilmiş yay



Resim 5 Silindir kafasında eğik yerleştirilmiş supap yayından kaynaklanan izler

5.4 Supap kafası bölgesinde kırılma



Resim 1 Supap kafası kırılmış ve pistonun içine gömülmüş



Resim 2 Piston kafası üzerinde supap darbeleri

Bulgu:

- Supap, supap kafası bölgesinden kırılmış ve/veya eğilmiş (Resim 1).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü supabın aşırı mekanik yüklenmesinden kaynaklanmıştır. Bu durumda üç farklı aşırı yüklenme türünden bahsedilebilir:

Kaba kırılma yapısı – Zorlama sonucu kırılma:

- Bu durum supabın pistonla kısa, hızlı ve çok yüksek kuvvetle çarpması gibi durumlardan kaynaklanır (ayrıca bkz. Bölüm "2.1.5 Piston kafasında supap vurmaları ve pistonun silindir kafasına çarpması", Sayfa 34). Bunun nedeni yanlış ayarlanmış kontrol zamanı, yanlış supap mesafesi veya motorun aşırı devirde çalıştırılmasıdır.

İnce kırılma yapısı – Yorulma kırılması:

- Supabın kafasından supap sapına geçiş bölgesindeki hafif bir deformasyondan dolayı supap her kapanmada eğrilir. Bu da malzeme yorgunluğuna ve bundan dolayı supap kafasının kopmasına yol açar.

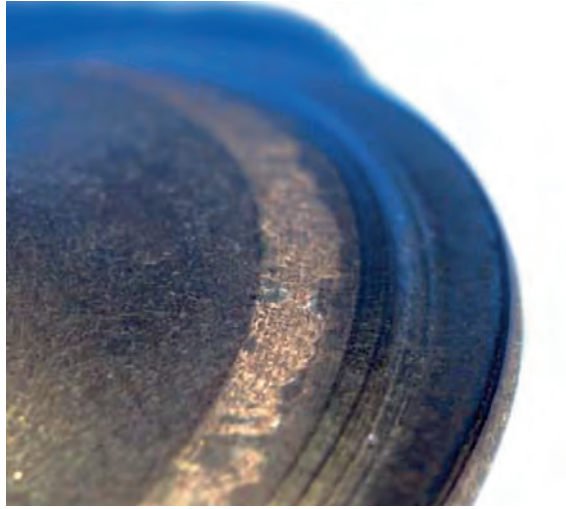
Termik aşırı yüklenme:

- Özellikle yüksek alaşımlı supap çelikleri söz konusu olduğunda, termik aşırı zorlama metal ızgarada malzeme hasarına yol açabilir (sıcak gaz korozyonu). Bu çok ince, kama şeklindeki hasarlar dışarıdan fark edilemez.

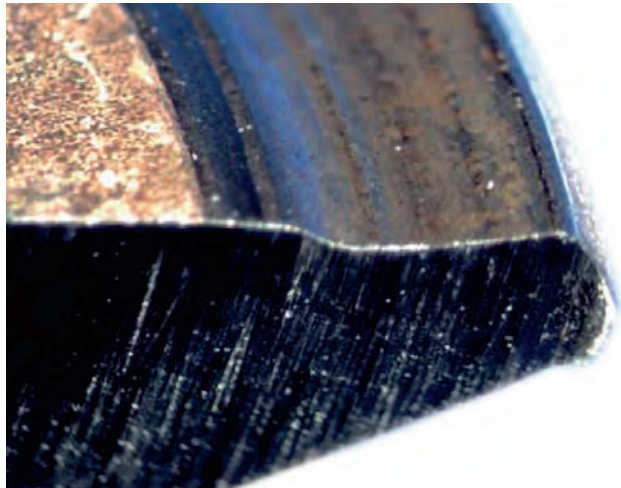
Çözüm/Önleme:

- Kontrol zamanları montaj sırasında tam olarak ayarlanmalıdır.
- Silindir kafası onarıldığında, supap mesafesi çok iyi kontrol edilmelidir.
- Aşırı devirlerde işletimden kaçınılmalıdır.
- Supapların yeniden kullanılması durumunda, supapların ölçülere uygunluğu mutlaka kontrol edilmelidir.
- Supap ve supap yuvasının eş eksenli olabilmesi için, supap yuvası itina ile işlenmelidir.
- Eski supapların yeniden işlenmesinin mi yoksa yeni supapların takılmasının mı daha iyi olacağı konusunda araç servisi karar verir ve sorumludur.
- Yüksek alaşımlı çeliklerden yapılmış supaplarda, sıcak gaz korozyonundan kaynaklanan malzeme hasarı ancak supap kopmasından sonra tespit edilebileceğinden, her zaman yeni supap takılması kesinlikle tavsiye edilir.

5.5 Supap yuvasının aşınması



Resim 1 Sızdırmazlık yüzeyinde kuvvetli aşınma



Resim 2 Sızdırmazlık yüzeyinin detay görüntüsü



Resim 3 Aşın derecede aşınmış sızdırmazlık yüzeyi (stelit zırlı)

Bulgu:

- Supap yuvasındaki sızdırmazlık yüzeyi aşın aşınmıştır (Resim 1-3).
- Supap tınakları deforme olmuş.

Nedenleri:

Parçanın aşırı zorlanması nedeniyle supap yuvası aşınır. Bu zorlamanın nedenleri şunlar olabilir:

- Supap kılavuzu ve supap yuvasında geometrik sapma var, yani eş eksenli değildir.
- Çok yüksek bir sıcaklık seviyesi var, bunun nedeni örneğin:
 - Yanlış karışım ayarı,
 - Yanma prosesindeki arızalar,
 - Çok az supap boşluğu,
 - Vuruntulu yanma veya modifikasyon olabilir.
- Supap yuvası çok yüksek mekanik zorlamaya maruz kalmıştır, örneğin güçlendirilmiş supap yayları veya keskin eksantrik milleri.
- Motorun gazla çalıştırılması için yapılan tadilatlardan sonra yakıtın buharlaşma yoluyla soğutma veya yağlama etkisi olmadığından, supap maruz kaldığı zorlamadan dolayı daha fazla ısınır.

Çözüm/Önleme:

- Supap kılavuzu ve supap yuvası eş eksenli olmalıdır.
- Supap boşluğu verilere göre ayarlanmalıdır.
- Sadece üretici firma tarafından belirtilen parçalar (yaylar, eksantrik milleri, vb.) kullanılmalıdır.
- Supaplar ve supap bagaları gaz ile çalışmaya uygun olmalıdır.

5.6 Supap kafasının deforme olması



Resim 1 Deforme olmuş supap kafası (lale şekli)



Resim 2 Karşılaştırma için: Deformasyonlar olmayan supap kafası



Resim 3 Deforme olmuş supap kafasında çizgi şeklinde temas izleri

Bulgu:

- Supap kafası deforme olmuş ve/veya kırılmış (Resim 1).
- Supap kafasının deformasyonu nedeniyle, sızdırmazlık yüzeyinin sadece çizgi şeklinde teması (Resim 3).

Nedenleri:

Supap kafası ya termik ya da mekanik aşırı yüklenmeden dolayı deforme olmuştur. Bu aşırı yüklenmelerin nedenleri aşağıda belirtilenler olabilir:

Termik aşırı yüklenme:

- Supap boşluğu çok azdır.
- Yanma prosesinde arızalar meydana gelmiştir.
- Modifikasyon işlemleri yapılmıştır.

Mekanik aşırı yüklenme:

- Supap ve supap yuvası arasına yabancı bir cisim sıkışmıştır.

Çözüm/Önleme:

- Supap boşluğu doğru ayarlanmalıdır.
- Yakıt enjeksiyon sistemi kontrol edilmelidir.
- Motorun montajı esnasında yanma odasında veya emme kanalında kalan küçük parçalar temizlenmelidir.

5.7 Yanmış supap kafası



Resim 1 Yanmış supap



Resim 2 Çeşitli noktalarda çatlaklar ve erimeler

Bulgu:

- Supap kafasında kama şeklinde bir parça erimiş (Resim 1).
- Supap kafasında çatlaklar veya erimeler (Resim 2).

Nedenleri:

Sızdıran supap:

Yanlış bir şekilde yeniden işlenmiş supap yuvası, yanlış ayarlanmış supap boşluğu, supap kafasındaki küçük bir çatlak veya diğer geometri hataları nedeniyle, supap artık düzgün bir şekilde sızdırmazlık sağlamıyor. Supap kılavuzu ile supap sapı arasında boşluğun az olması da supabın dönmesini engelleyebilir. Mekanik bir turboşarj hasarının ardından turboşarj değiştirilmiş, ancak ne besleme havası hattı temizlenmiş ne de intercooler değiştirilmiştir. Daha önceki bir hasardan kaynaklanan yabancı cisimler yanma odalarına girmiş ve kısmen supap kafalarına yerleşmiştir. Supap kafası ile supap bagası arasında silindir kafasındaki çok kısa temastan veya temassızlıktan dolayı, supap artık ısıyı iletmez ve bu şekilde uzun süreli işletim sonucunda supap kafasında çatlaklara, devamında da supap kafasının erimesine yol açan bir ısı birikimi oluşur.

Supabın dönmesi kısıtlanmış:

3 kanallı supaplar dönecek şekilde üretilmiştir. Montaj esnasında eski tınaklar yeniden kullanılırsa, supapların artık dönememe tehlikesi vardır. Bundan dolayı, uzun süreli işletimde supabın yanmasına yol açan bir ısı birikimi oluşabilir.

Çözüm/Önleme:

- Supap yuvasının yeniden işlenmesi sırasında supap kılavuzunun ve yuvasının birbirlerine dik açılı olmalarına dikkat edilmelidir.
- Prensip olarak, yeni supap tınakları kullanılmalıdır. Genelde eski tınaklar orantısız olarak aşınmış olabilir, bundan dolayı supaplar rahat dönmeyebilir.
- Prensip olarak supap kılavuzuna bir rayba ile verilen ölçüye göre rayba çekilmelidir.
- Mekanik bir turboşarj hasarından sonra besleme havası hattını (hava filtresi gövdesi dahil) özenli bir şekilde temizleyin ve intercooleri değiştirin.



Her motor tipi için
dayanıklı ve dirençli

6. Kaymalı yataklar

Montaj önerileri

Motoru sökerken, birbirine ait olan parçalar işaretlenmelidir. Buna örnek olarak biyel kolu ve biyel kolu yatak kapağı verilebilir. Sökülen parçaları özenle temizleyin.

Kaymalı yatakları monte etmeden önce, yuvalarının ve muylularının ölçüleri ve geometrileri ölçülmelidir.

Yataklar iyi yağlanmış olarak monte edilmelidir. Bu sırada, bazı yatak burçlarında montaj yönüne uyulmalıdır. Bu kaymalı yatakların yatak sırtları "upper" (üst) veya "lower" (alt) şeklinde işaretlenmiştir.

Çoğu biyel kolu civatasında ve ana yatak kapakları için civatalarda sadece bir kez kullanılabilen genişleme civataları söz konusudur. Bunların değiştirilmesi gerekir.

Birleştirme işlemi sırasında krank milinin kolayca ve sarsıntısız bir şekilde dönüp dönmediğini kontrol edin.

Prensip olarak, ilgili motor üreticisinin geçerli talimatlarına ve teknik verilerine uyulmalıdır.



MAHLE, tüm klasik teknolojilerin yanı sıra çeşitli polimer kaplamalı yataklar ve polimer kaplı gezinti ay yatakları da tedarik etmektedir.

Yatak tipleri

Yatak burçları

HL Ana yatak

PL Kol yatağı

AL Gezinti ay yatağı

FL Flanşlı yatak

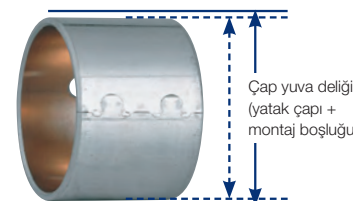
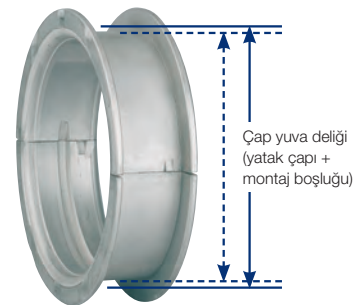
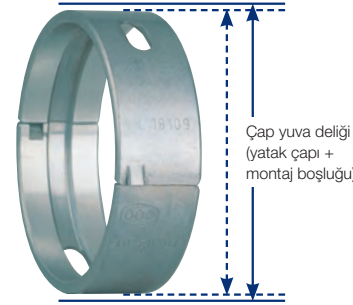
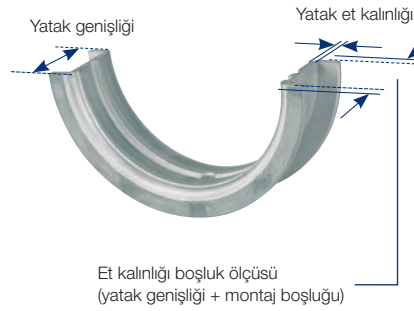
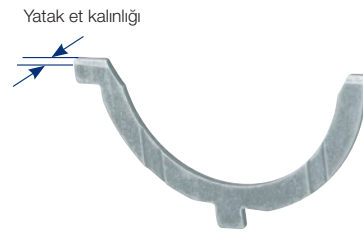
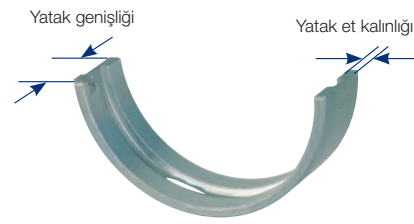
Yatak burçları

BB Piston pimi burcu

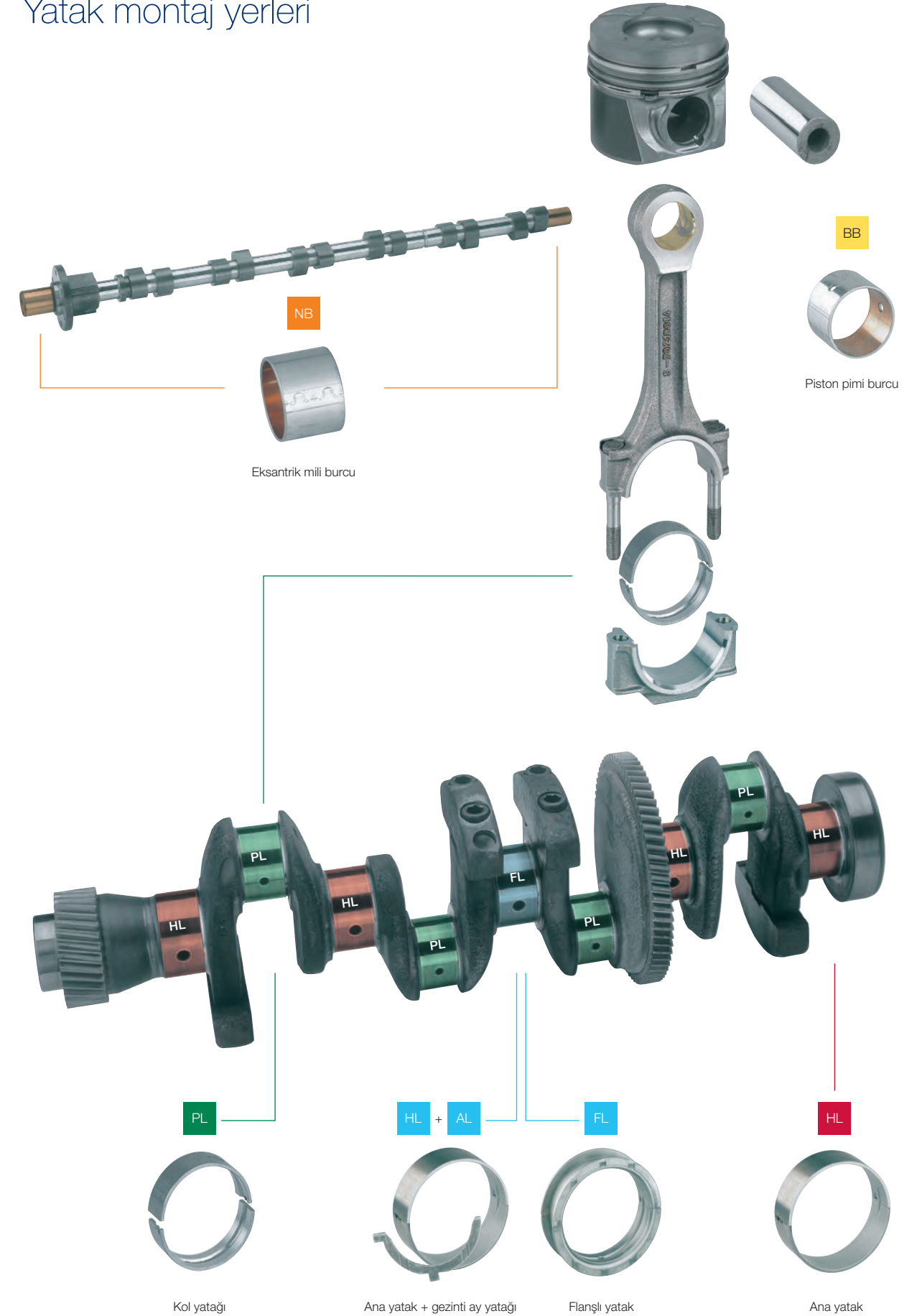
KB Külbütör burcu

LB Yatak burcu

NB Eksantrik mili burcu



Yatak montaj yerleri



Tipleri ve teknik terimler

Tipleri

Masif yataklar tamamen yatak metalinden oluşur. Sıklıkla özel bronz alaşımları kullanılır. Masif yatakların çoğu burçtur.

Bimetal yataklar, çelik destek çekirdeği, bir ara tabaka ve bir yatak metali tabakasından oluşurlar. Çoğunlukla yatak metali olarak alüminyum alaşımları kullanılır. Bimetal yataklar, binek araç alanında düşük ila orta yük altındaki benzinli ve doğal emişli dizel motorlarında kullanılır.

Üç katmanlı yataklar, çelik destek çekirdeği, bir yatak tabakası, bir bariyer tabakası ve kaygan tabakadan oluşurlar. Yüksek yük altındaki motorlarda ağırlıklı olarak üç katmanlı yataklar kullanılır.

Püskürtme yatak da üç katmanlı bir yataktır. Özel üretim süreci (püskürtme) sayesinde, bu yataklar önemli ölçüde daha yüksek sertlik derecesine ve aşınma direncine sahiptir. Bu nedenle bu yataklar özellikle ara soğutma sistemine (intercooler) sahip aşırı beslemeli motorlar için uygundur. Püskürtme yataklar, ticari araç motorlarından sonra binek araç dizel motorlarında da giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Çoğu durumda, tüm yatak tipleri ek olarak galvanize kalay kaplama tabakası ile kaplanarak korozyona karşı korunmaktadır.

Masif yatak



Bimetal yatak



Üç katmanlı yatak



Malzemeler

MAHLE kaymalı yataklar, uygulamaya bağlı olarak çok çeşitli yatak metalleri ile kaplanmış yüksek mukavemetli bir çelik destek çekirdeğinden oluşur. Yatak malzemeleri, farklı malzemelerin olumlu özellikleri birbirini tamamlayacak ve ilgili uygulama için optimize edilecek şekilde seçilmektedir.

Malzeme geliştirme, kaymalı yataklar için mevcut ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilmede önemli bir rol oynamaktadır. MAHLE, uzun yıllara dayanan deneyimi ve geliştirme faaliyetleri sayesinde, alüminyum ve bronz da dahil olmak üzere, çok sayıda yüksek kaliteli yatak alaşımına sahiptir.

% olarak metaller								
Malzeme	Cu	Al	Si	Pb	Sn	Sb	Diğer	Kaygan tabaka
M1	3				89	8		
M5	80			10	10			
M7	73			23	4			
M10	88			1	10		1	
M11	0,5			74	10	15	0,5	
M23			1	82	1	15	1	
M30	70			30				
M31	70			30				P 77
M83	1	91	1	1			6	P 77
M100	80			10	10			
M114	78			20	2			P 77, P 80, P 94
M157	1	79			20			
M172	2	81			17			
M183	2	91	2				5	P 77, P 80
M215	2	83	4		11			
M218	2	83	4		11			
M221	85			2	11,5		1,5	
M222	83			7	7		3	

Tipleri ve teknik terimler

% olarak metaller								
Malzeme	Cu	Al	Si	Pb	Sn	Sb	Diğer	Kaygan tabaka
M250	73			23	4			
M330	78			20	2			AlSn püskürtme
M331	75			23	2			AlSn 40Cu püskürtme
M770	74			25	1			
M780	78			20	2			P 77
M790	72			23	3,5		1,5	
M800	74			20	2		4	P 77
M810	0,8	87	3		9		0,2	
M817	1	80,3		1,7	17			
M900	75			23	2			Q1
M901	75			23	2			P 77, P 78, P 80
M902				83	6	10	1	
M916	1	78,7			20		0,3	
M920	1	90	2		6		1	

Montaj önerileri

- Motoru sökerken, birbirine ait olan parçalar işaretlenmelidir.
- Krank milini sökerken hiçbir parçaya zarar verilmemelidir. Sökülen parçalar özenle temizlenmelidir. Yatak hasarlarının en yaygın nedeni kirliliklerdir. Bu nedenle, yağ devridaiminin tüm parçaları, özellikle motor bloğunun ve krank milinin yağlama galerileri dikkatlice temizlenmelidir.
- Parçalar kontrol edilmelidir. Ana delikler ve krank muyluları (yüzey, yarıçap ve yağ tahliye delikleri) ölçüleri, dairesellikleri, sertlik dereceleri, yüzey pürüzlülükleri ve silindiriklik durumu açısından kontrol edilmelidir. Burada da hasarlara dikkat edin.

Biyel kollarında eğilme ve bükülme olup olmadığını kontrol edin.

Prensip olarak, ilgili motor üreticisinin talimatlarına ve teknik verilerine uyulmalıdır.
- Yuva deliğinin şekli, kaymalı yatakların kullanım ömrü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, yuva deliğinin işlenmesi, ancak civatalar motor üreticisinin sıkma talimatlarına uygun olarak sıklıktan sonra gerçekleştirilebilir.

Nihai montajdan önce -gerekirse bir kontrol montajı gerçekleştirin- ana delikler temizlenmeli ve yeni kaymalı yatakların koruyucu maddesi çıkarılmalıdır. Kuru çalıştırmadan kaynaklanan hasarları önlemek için, kaymalı yatakları takarken çalışma yüzeyleri temiz motor yağıyla yağlanmalıdır.

Farklı malzemelerden imal edilmiş yatak çiftlerinin doğru şekilde monte edilmesine dikkat edin. Bu kaymalı yatakların yatak sırtlarında "upper" (üst) veya "lower" (alt) terimleri görülebilir. "Upper" (üst) olarak işaretlenen kaymalı yatağın yarısı muhafazanın üst kısmına, "lower" (alt) olarak işaretlenen yarısı ise kapağın alt kısmına takılmalıdır.

Kaymalı yataklar doğru bir şekilde konumlandırıldıktan sonra, kapak civataları talimatlara göre sıkılmalıdır. Ardından yatak delik çapları, biri yük yönünde olmak üzere üç ölçüm düzleminde tam olarak ölçülmelidir.

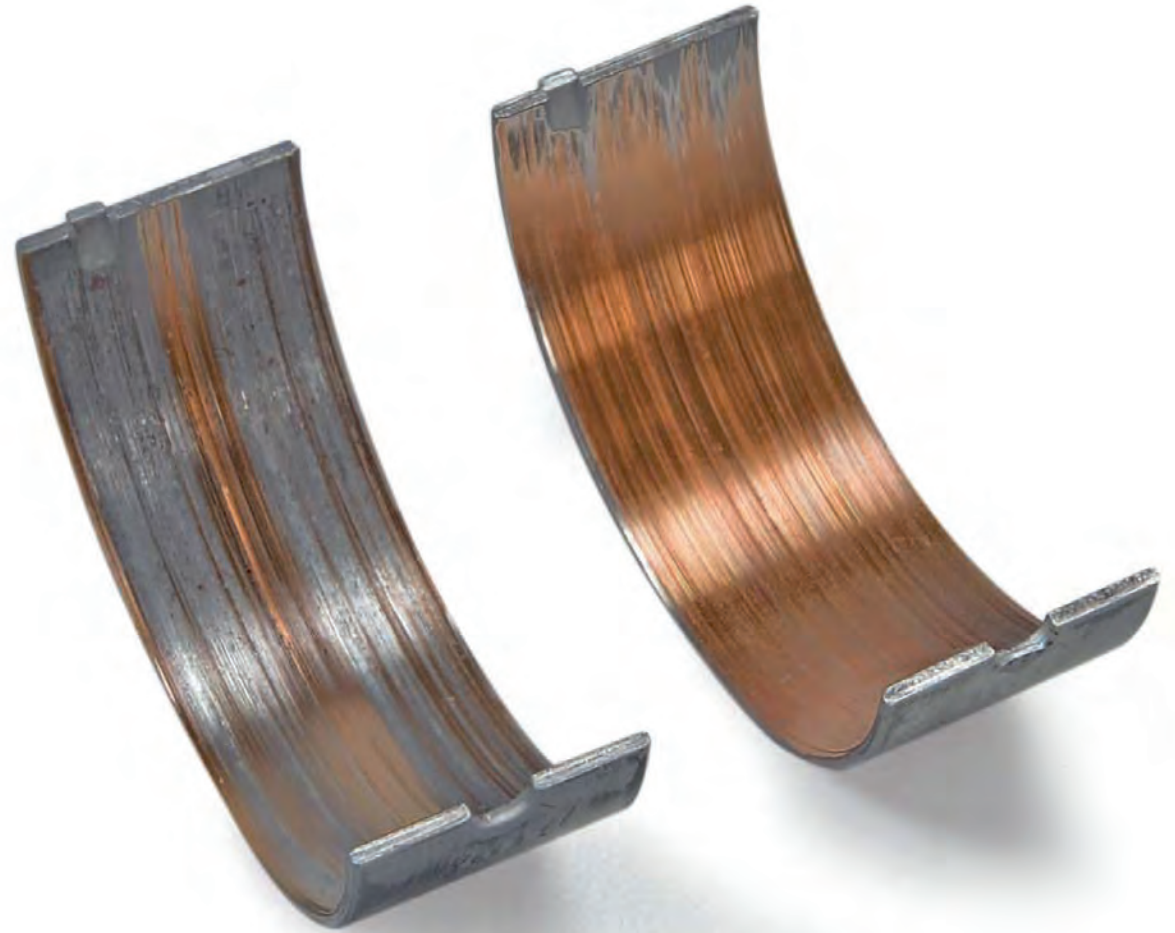
- Flanşlı yatak monte edilmeden önce, krank milinin yanıl genişliği ile flanşlı yatağın toplam genişliği arasındaki ölçü farkı kontrol edilmelidir.

Birleştirme işlemi sırasında, krank milinin kolayca ve sarsıntısız bir şekilde döndürülebildiğini ve krank milinin ekstenel olarak kaydırılabilirliğini kontrol edin.

Biyel kolu ekstenel aralığını kontrol ederken, biyel kolunun kolayca hareket ettirilebilir olmasına dikkat edin.

Prensip olarak, ilgili motor üreticisinin geçerli talimatlarına ve teknik verilerine uyulmalıdır.

6.1 Kaymalı yatakların çalışma yüzeyinde çizik izleri ve yabancı cisimler



Resim 1 Çevresel olarak derin çizik izleri

Bulgu:

Kaymalı yatakların çalışma yüzeyinde çevresel olarak çizik izleri ve kaymalı yatağın malzemesine girmiş yabancı cisimler var (Resim 1).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsünün nedeni yağda bulunan yabancı cisimlerdir. Bunlar aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı yağ devridaimine girmiş olabilir:

- Araç üzerinde çalışırken motora yabancı cisimler girmiştir.
- Emme sistemi veya yağ karteri havalandırması üzerinden kirlilikler motora girmiştir.
- Diğer motor bileşenleri aşınmıştır veya talaş üretmiştir.
- Araç düşük kaliteli filtreler ve/veya yağ kullanılarak ya da bakım aralıkları aşılarak hatalı bir şekilde onarılmıştır.
- Sık sık kısa mesafeli işletim durumunda dizel parçacık filtresinin (DPF) rejenerasyon döngüsü daha sık kesintiye uğrar. Bunun sonucunda yanmamış yakıt motor yağında birikir. Yakıt, yağı inceltir ve yük taşıma kapasitesini ve yağlama özelliğini azaltır.

Çözüm/Önleme:

- Motoru onarımı veya birleştirilmesi sırasında temizliğe mutlaka özen gösterilmelidir.
- Sadece kaliteli filtreler kullanılmalıdır.
- Yağ buharı separatörü temizlenmeli ve/veya değiştirilmelidir.
- Aracın bakımı düzenli aralıklarla ve üretici talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır.
- Özellikle dizel araçlarda, DPF rejenerasyonunun tamamlanabilmesi için düzenli olarak daha uzun mesafeler kat edin.

6.2 Kaymalı yatakların çalışma yüzeyinde lokal aşınma izleri



Resim 1 Kaymalı yatak ortasında aşınma izleri



Resim 2 Kaymalı yatağın dış yüzünde yabancı cisim ezme izi

Bulgu:

- Kaymalı yatağın çalışma yüzeyinde lokal aşınma izleri (Resim 1).
- Aynı şekilde kaymalı yatağın dış yüzünde de ezilme izleri bulunabilir (Resim 2).

Nedenleri:

- Kaymalı yatak ile kaymalı yatak yuvası arasında yabancı cisim veya kirlilik vardır.
- İşleme yetersizdir veya krank mili üzerindeki yağ besleme deliklerinin çapağı iyi alınmamıştır.

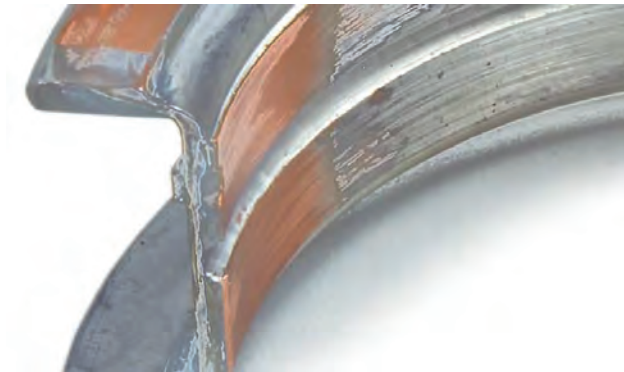
Çözüm/Önleme:

- Kaymalı yatağın montajı esnasında temizliğe mutlaka özen gösterilmelidir. Kaymalı yataklar takılmadan önce deri bir bezle temizlenmelidir.
- Krank mili muyluları taşlandıktan sonra, yağ besleme deliklerinin çapakları daima çok iyi temizlenmelidir.

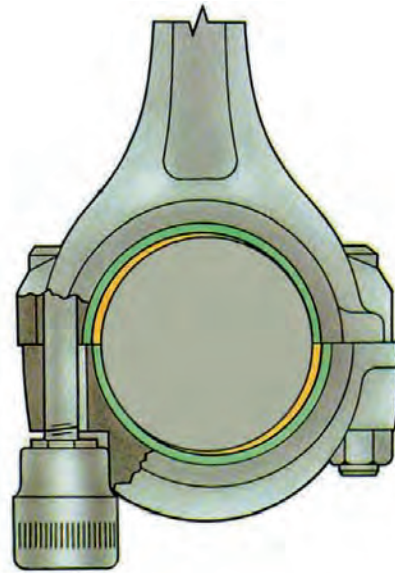
6.3 Kaymalı yataklarda birleşim yeri bölgesinde kuvvetli aşınma izleri



Resim 1a Kaymalı yatağın birleşim yerine yakın çalışma yüzeyinde aşınma



Resim 1b Yakından görünüm



Resim 2 Kaçık monte edilmiş kaymalı yatak kepi

Bulgu:

Kaymalı yatağın birleşim yeri bölgesinde kuvvetli aşınma izleri var (Resim 1a+b).

Nedenleri:

Buadaki aşınmanın nedeni aşağıda belirtilen montaj hatalarıdır:

- Kaymalı yatak kepi kaymıştır (Resim 2). Bu, örneğin sıkma esnasında uygun olmayan ölçüde büyük takımlar kullanıldığında meydana gelebilir. Yanlış lokma takımı kullanılmış, yatak vidaları yanlış sıkma momenti ile sıkılmış veya civatalar aşın esnetilmiştir.
- Kaymalı yatak kepi başkası ile değiştirilmiş veya ters takılmış, belki de kep ve silindir sıralamasına dikkat edilmemiştir.
- Kaymalı yatak keplerinin tekrar işlenmesi sırasında delik çapları fazla küçük işlenmiştir.
- Büyük biyel kolu yatağında gerekli yeniden işleme yapılmadan, oval biyel kolu yatağına sahip kullanılmış bir biyel kolu takılmıştır.

Çözüm/Önleme:

- Civataların sıkılması için sadece uygun takımlar kullanılmalıdır. Dış çapı çok büyük olan bir somun, yatak kepini yana doğru iter. Bunun sonucunda yuva dairesel olmayan hale gelir.
- Yatak civatalarının sıkma torklarına dikkat edilmelidir.
- Genleşme civataları üreticinin talimatlarına göre yenilenmelidir.
- Yatak keplerinin ait oldukları silindirlere göre düzenlenmesine dikkat edilmelidir.
- Kaymalı yatak yolu kontrol edilmeli ve gerekiyorsa yeniden işlenmelidir.

6.4 Kaymalı yatağın dış yüzünde parlak bölgeler, çalışma izleri veya korozyon



Resim 1 Kaymalı yatakların dış yüzünde parlak yerler

Bulgu:

- Kaymalı yatağın dış yüzünde parlak yerler ve/veya çevresel olarak çalışma izleri ve/veya korozyon delikleri var (Resim 1).

Nedenleri:

- Kaymalı yatak birleşim yerinde kir birikmiş, bundan dolayı yatak burçlarında çok fazla boşluk vardır.
- Yatak keplerinin cıvataları yeteri kadar sıkılmamıştır.

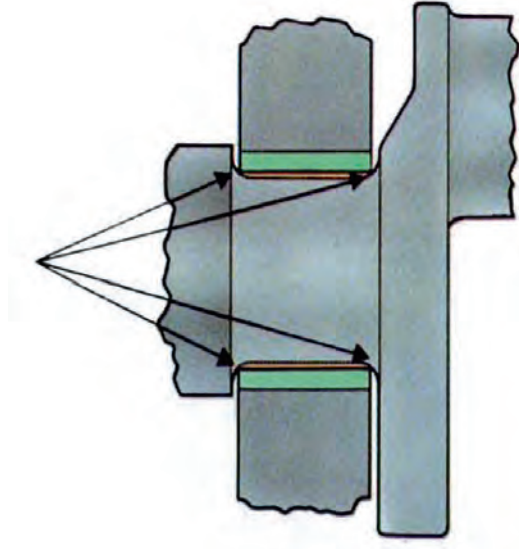
Çözüm/Önleme:

- Kaymalı yatakların montajı esnasında temizliğe mutlaka özen gösterilmelidir. Kaymalı yataklar ve kaymalı yatak yuvalarının birleşim yerleri takılmadan önce deri bir bezle temizlenmelidir.
- Yatak keplerinin cıvataları üreticinin talimatlarına göre kontrol edilmeli ve gerekirse yenilenmelidir.
- Yatak keplerinin cıvataları üreticinin talimatlarına göre (sıkma torku, dönme açısı) sıkılmalıdır.
- Kırma tip biyel kolları ve kırma tip ana yatak keplerinde, kırılma yüzeyleri yenisinden monte edilmeden önce iyice temizlenmelidir. Kırılma yapısında yabancı cisimler veya yağ varsa, yatak kepi doğru şekilde sıkılamaz.

6.5 Kaymalı yatağın dış kenarının aşınması veya hasar görmesi



Resim 1 Aşınmış kaymalı yatak dış kenarları



Resim 2 Muylularda çok büyük radyuslar

Bulgu:

Kayar yatakların dış kenarları fazla aşınmıştır (Resim 1).

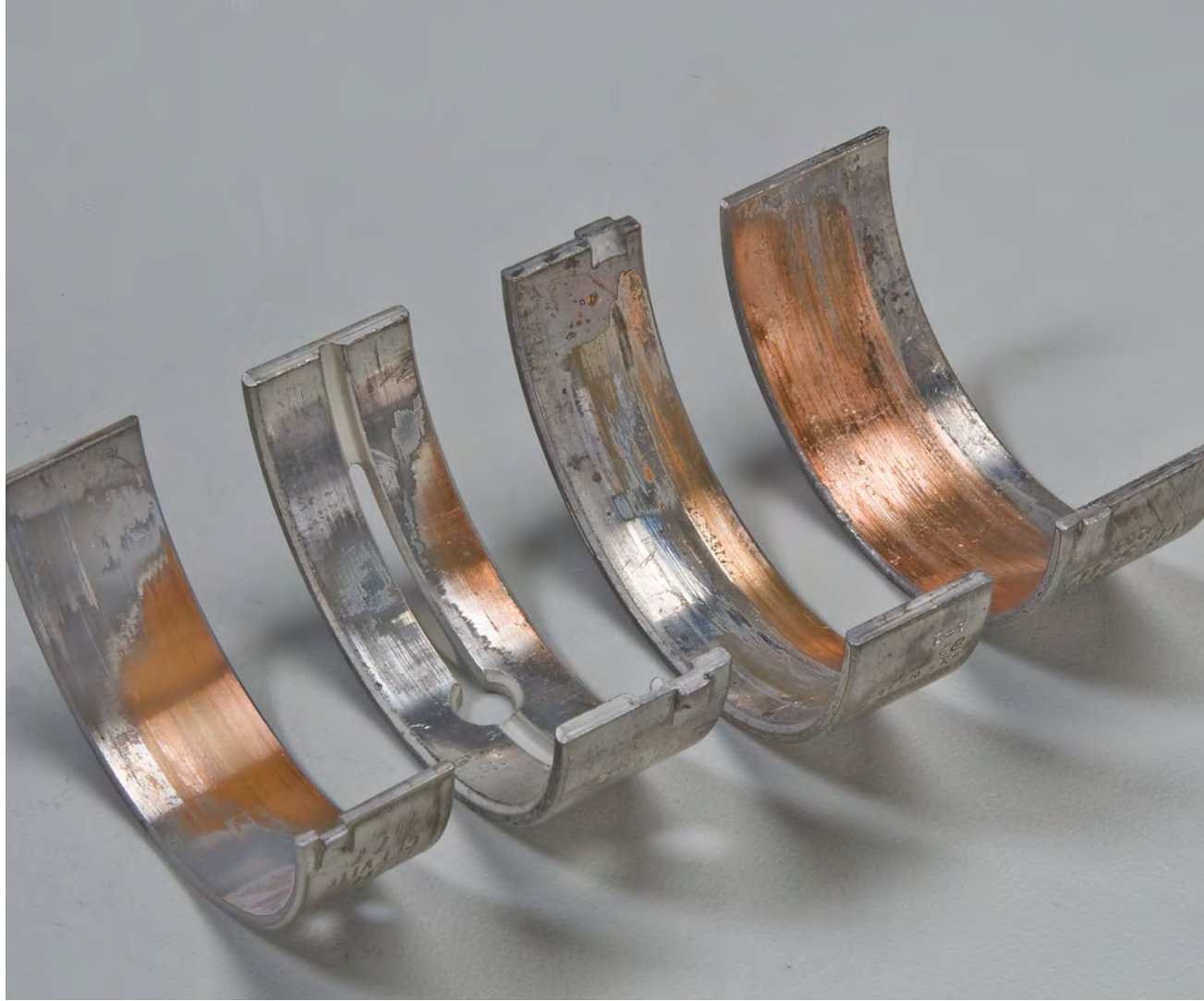
Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü krank milindeki bir işleme hatasından kaynaklanmaktadır. Krank mili üzerindeki muyluların köşe radyusları çok büyüktür. Bu radyuslar üzerinde çalışan yatak burcunun dış kenarları fazla aşınmıştır (Resim 2).

Çözüm/Önleme:

- Muylular, üretici tarafından belirtilen ölçülere göre yeniden işlenmelidir.
- Montaj sırasında, yatak burçlarının doğru bir şekilde oturmasına dikkat edilmelidir.
- Muyluları taşlamak için, krank mili taşlama makinesinin taşlama diski elmas bir alet kullanılarak düzenli aralıklarla honlanmalıdır.

6.6 Tüm ana yatak burçlarında kuvvetli aşınma



Resim 1 Çevresel olarak derin çizik izleri

Bulgu:

Tüm ana yataklarda belirgin bir şekilde aşınma görülüyor (Resim 1).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsünün nedeni, ya ana yatak yolundan veya eğrilmiş bir krank milinden kaynaklanan geometri hatasıdır. Bu geometrik sapmadan dolayı, bunun için tasarlanmış olmayan kaymalı yataklara güç iletimi gerçekleşir. Sonuç olarak ana yatak burçlarında daha fazla aşınma meydana gelir. Geometrik sapmaların nedenleri aşağıda belirtilenler olabilir:

Ana yatak yolunda geometri hatası:

- Motorun sıcaklık seviyesinin fazla olmasından dolayı, örneğin soğutma sıvısı seviyesinin düşük olması nedeniyle, yağ karterinde kalıcı çarpılma ve buna bağlı olarak ana yatak yolunda da eğrilme meydana gelebilir (aynca bkz. Bölüm "2.2.1 Basınç ve karşı basınç" tarafında piston sürtünme hasarı", Sayfa 38).
- Çarpılmalar, silindir kafası cıvataları veya yatak cıvatalarının hatalı sıkma torkundan kaynaklanabilir.

Bükülmüş krank mili:

- Krank mili tekrar takılmadan önce yanlış hizalanmış.
- Mekanik bir aşırı yüklenme vardır, örneğin daha önce bir piston sürtünme hasarı meydana gelmiştir.
- Krank milinde beklenen döndürme momenti talebi çok yüksektir.

Çözüm/Önleme:

- Motorun yeterince soğutulmasına (soğutma sıvısı, yağ, soğutma yağı fiskiyeleri, termostat, fan) dikkat edilmelidir.
- Cıvatalar üreticinin talimatlarına göre kontrol edilmeli/yenilenmelidir.
- Tüm cıvatalar üreticinin talimatlarına göre sıkılmalıdır. Bu sırada belirtilen sıralamaya da uyulmalıdır.
- Takılmadan önce krank mili hassas bir şekilde doğrultulmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.

6.7 Kaymalı yataklarda düzensiz temas yüzeyi görüntüsü



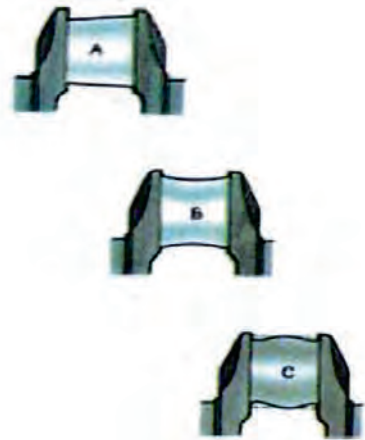
Resim 1 Yatak burçlarında düzensiz aşınma, yatak tabakası kısmen yıpranmış



Resim 2 Yatak burçlarında düzensiz aşınma



Resim 3 Eğrilmiş biyel kolu



Resim 4 Muylularda şekil sapmaları

Bulgu:

Bir veya birkaç kaymalı yatakta düzensiz temas izleri görülüyor – ya sadece kenarda ya da sadece yatak burcunun ortasında (Resim 1–2).

Nedenleri:

Bu hasar görüntüsü biyel kolunun ve/veya krank muylularının geometrik sapmasından kaynaklanır. Bu sapmalardan dolayı kaymalı yatağın ya ortasında ya da dış kenarlarında yüksek yüzey basınçları meydana gelir, bu da yatak burçlarında düzensiz aşınma görüntüsüne neden olur. Bunun nedeni aşağıda belirtilenler olabilir:

- Bir sıvı darbe etkisinden dolayı biyel kolu bükülmüştür (Resim 3; ayrıca bkz. Bölüm "1.3 Sıvı darbe etkisi", Sayfa 10).
- Takılmadan önce biyel koluna aç verilmemiştir.
- Kaymalı yatak muyluları uygun şekilde işlenmemiştir; yani yüzey ya küresel ya konik ya da iç bükeydir (Resim 4).

Çözüm/Önleme:

- Biyel kolları montajdan önce her zaman açsallık açısından kontrol edilmeli ve gerekirse düzeltilmelidir.
- Kaymalı yatak muyluları silindirik olarak taşlanmalıdır.

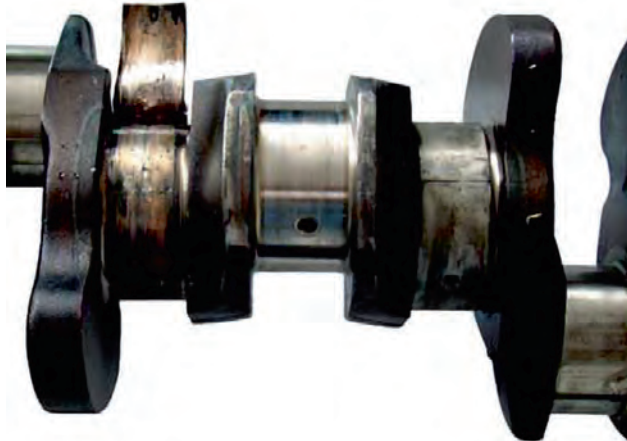
6.8 Kaymalı yataklarda sürtünme hasarı



Resim 1 Yatak burçlarının çalışma yüzeylerinde parlak bölgeler



Resim 2 Çok aşınmış ve yüzeyi atılmış kaymalı yatak



Resim 3 Krank miline kaynamış kaymalı yatak



Resim 4 Ters takılmış kaymalı yatak – Dış tarafta: Yağ besleme deliklerinin izleri

Bulgu:

Bu kaymalı yatak hasarında birkaç hasar aşaması vardır:

- İlk işaretler, kaymalı yatak üzerindeki çok parlak bölgelerdir (Resim 1).
- Eksik yağlama ile çalışmaya devam edilirse, kaymalı yataklar önce mavi renk alır ve sonra siyaha dönüşür (Resim 2).
- Aşırı durumlarda kaymalı yatağın üst kayar tabakası erir (Resim 3) ve kaymalı yatak, muyluya kaynar.

Nedenleri:

Burada tanımlanan kaymalı yatak hasarları, yetersiz yağlanmadan kaynaklanmaktadır. Bu hasar görüntüsünde sadece bir kaymalı yatağın mı yoksa tüm yatakların mı hasar gördüğünü değerlendirmek gerekir.

Bir kaymalı yatak hasar görmüş:

- Yatakların bir yarısında yağ besleme deliği vardır, diğerinde yoktur. Bu yatak burçları ters takıldığında, kaymalı yatak montaj yerindeki yağ besleme deliği (Resim 4) tıkanır ve kaymalı yatağa yağ ulaşamaz.

Çözüm/Önleme:

- Kaymalı yataklar spesifikasyonlara uygun şekilde takılmalıdır. Bunu yaparken, kaymalı yatağın yağ besleme delikleri ile motordaki yağ besleme deliklerinin aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir.
- Yağ ve filtre, üretici talimatları doğrultusunda düzenli olarak değiştirilmelidir – özellikle biyoyakıt kullanıldığında, değişim aralıkları çok daha kısa olmalıdır.
- Yağ seviyesi kontrol edilmeli ve gerektiğinde yağ ilave edilmelidir.

- Ana yatak yanlış yerleştirilirse, önce bu kol yatağı tarafından yağ ile beslenmesi gereken kol yatağında yetersiz yağlama meydana gelir.
- Tıkalı yağ besleme delikleri yetersiz yağlamaya yol açar. Özellikle biyoyakıt kullanırken yağın peltleşmesi ve bundan dolayı yağ besleme deliklerinin tıkanması riski vardır.
- Bir yatak noktasında cıvatalar doğru şekilde sıkılmamış (çok az). Bunun sonucunda meydana gelen boşluk artışı, yağ filminin aşırı yüklenmesine yol açar.

Tüm kaymalı yataklar hasarlı:

- Tüm kaymalı yataklar sürtünmüşse, genel bir yağ eksikliği var demektir (ayrıca bkz. Bölüm "1.4 Artan yağ tüketimi", Sayfa 12). Bunun birçok nedeni olabilir, örneğin:
 - Arızalı veya sızdıran bir yağ pompası veya basınç kontrol supabındaki bir arıza,
 - Yağ iletim sistemindeki bir kaçak,
 - Çok düşük bir yağ seviyesi,
 - Aracın aşırı eğimli bir konumda durması veya
 - Yakıt veya soğutma sıvısı nedeniyle yağ incilmesi.

6.9 Kaymalı yatakların yatak tabakasından malzeme kopmaları



Resim 1 Mekanik olarak aşırı yüklenme veya yağ filminin çok düşük taşıma kapasitesi nedeniyle oluşan malzeme kopmaları

Bulgu:

Kaymalı yatağın yatak tabakasında kısmi malzeme kopmaları görülmektedir (Resim 1).

Nedenleri:

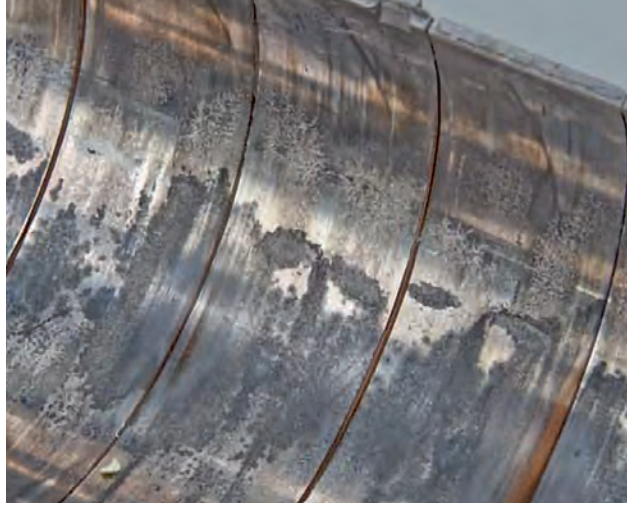
Bu malzeme kopmaları, kaymalı yatak malzemesinin malzeme yorulduğundan kaynaklanır, bunların nedenleri de aşağıda belirtilenler olabilir:

- Takılmadan önce biyel koluna aç verilmemiştir.
- Kaymalı yatak muyluları uygun şekilde işlenmemiştir; yani yüzey ya küresel ya konik ya da iç bükeydir.
- Kaymalı yatak modifikasyondan dolayı aşırı zorlanmıştır.
- Yakıt veya soğutma sıvısı girişi nedeniyle motor yağının yağlama özelliğinin azalması (ayrıca bkz. Bölüm "2.2.2 Tek taraflı piston sür-tünme hasarı", Sayfa 40).
- Düşük kaliteli motor yağı veya çok düşük viskoziteli yağ.

Çözüm/Önleme:

- Biyel kolları montajdan önce her zaman açısıllık açısından kontrol edilmeli ve gerekirse düzeltilmelidir.
- Kaymalı yatak muyluları silindirik olarak taşlanmalıdır.
- Yağ incelmesi durumunda, yağı derhal değiştirin ve nedenini bulup düzeltin.
- Araç üreticisi tarafından onaylanan motor yağlarını kullanın.

6.10 Kaymalı yataklarda gözenekli yatak tabakası



Resim 1a Yağda bulunan kimyasal saldırgan maddeler nedeniyle dağlanmış yatak tabakası



Resim 1b Yakından görünümde açıkça görülüyor: hasar görmüş yatak malzemesi



Resim 2 Hasar gören biyel kolu burcu

Bulgu:

Kaymalı yatağın yatak tabakası koyu renk almış ve gözenekli bölgeler görülüyor (Resim 1+2).

Nedenleri:

Burada tanımlanan hasar, kimyasal dağlanma olarak açıklanabilir. Bunların nedenleri, aşağıda belirtilenler arasında olabilir:

- Belirli bir konsantrasyondan sonra, motor yağındaki kimyasal bileşenler, örneğin düşük kaliteli yakıtlarda bulunan kükürt, agresif davranır.
- Motor yağı, gazla çalıştırmadan dolayı asitleşmiştir.
- Yağ değişim periyotları belirgin bir şekilde aşılmıştır.
- Motor yağında soğutma sıvısı kalıntıları vardır.

Çözüm/Önleme:

- Yağ değişimi her zaman üreticinin talimatlarına göre yapılmalıdır.
- Soğutma sistemi, kaçak veya soğutma sıvısı kaybı açısından düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- Motor yağına soğutma sıvısı girişi zamanında tespit edilirse, bunun nedeni (örneğin sızdıran yağ radyatörü) giderilmelidir. Ardından, tüm soğutma sıvısını yağ devridaiminden çıkarmak için, kısa aralıklarla birkaç kez filtreyle birlikte yağı değiştirin.
- Gaz ile çalışan motorlar için özellikle önemli: Yağ değişim periyotlarına ve yağ kalitesine dikkat edin.

Açıklamalı sözlük

Terim	Açıklama
Ağız açıklığı	Monte edilmiş durumda bir piston segmanının uçları arasındaki boşluk.
Antifriz	Soğutma sıvısı katkısı. Suyun fiziksel özelliklerini değiştirir. Böylece soğutma sıvısının donması önlenir ve kaynama noktası yükseltilir. Ayrıca soğutma sıvısı pompasının yataklarının yağlanması ve motorda korozyon koruması sağlar.
Aşırı devir	İzin verilen devir sayısı aralığını aşan devir. Aşırı devir örneğin, çok düşük bir vites geçirdikten sonra kavrama esnasında oluşabilir.
Ateşleme zamanı	Benzinli motorlarda yakıt-hava karışımının buji tarafından ateşlendiği anda krank milinin konumu.
Basınç sınırlama supabı (yağ pompası)	Yağ pompasından gelen yağı tekrar yağ karterine yönlendirerek, yağ devridaimindeki basınç maksimumlarını veya genel bir aşırı basıncı önleyen supap.
Basınç tarafı	İş zamanı sırasında pistonun dayandığı taraf.
Basıncılı hava kompresörü	Ticari araçlardaki pnömatik sistemler için basıncılı hava üreten motorlu kompresör.
Biyodizel	Geleneksel dizel yakıtan farklı olarak, biyodizel ham petrolden değil, bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edilir.
Biyoyakıt	Biyokütleden elde edilen yakıt.
Blow-by gaz	Pistonun yanından yağ karterine giren yanma gazı.
Boşluk ölçüsü	Piston kafası (üst ölü noktadaki piston) ile silindir kafası arasındaki boyut.
Dönme açısı	Genleşme civatalarının belirli bir torka ek olarak sıkkıldığı açı.
Erozyon	Bileşen yüzeylerinin sıvı veya sıcak gazlar nedeniyle hasar görmesi.
Fan	Radyatöre temiz hava üfleyen pervane. Fan, bir Visco® kavrama aracılığıyla motor tarafından veya ayrı bir elektrik motoru tarafından tahrik edilir.
Gazla çalışma	Çoğunlukla otogaz (genellikle LPG, doğal gaz veya fermentasyon gazları) ile çalışan içten yanmalı motor.
Granül	Hava kurutucusunda bulunan ve havadaki nemi alan higroskopik küçük boncuklar.
Hava akış hızı	Bir ortamdan (filtre veya borular) geçen hava miktarı (ölçü birimi: litre/saat).
Hava kütle ölçer	Hava emiş düzeneğinde, en uygun yakıt-hava karışımını ayarlamak için gerekli olan emme havasını ölçen sensör.
Honlama	Bir taşlama takımının dönme ve ileri geri hareketlerinin birleştirilmesiyle, silindir yüzeyini talaşlı işleme yöntemi. Bunun sonucunda ortaya çıkan çapraz taşlama, silindir yüzeyinin tribolojik özelliklerini iyileştirir.
Honlama taşları	Honlama sırasında talaşlı işleme işini gerçekleştiren taşlama aleti (zımpara şeritleri).
Isı değeri	Isı değeri, bujinin termik yük kapasitesini tanımlar.
Karşı basınç tarafı	İş zamanı sırasında pistonda daha az yüklenen taraf.
Kontrol zamanları	Supap tahriki ile krank mili konumu arasındaki senkronizasyon.
Kükürtlü yakıt	İçerisinde %0,5'ten fazla kükürt bulunan dizel yakıt. Kükürt yakıldığında, motor yağında biriken ve bileşenlerin hasar görmesine yol açan agresif bileşikler ortaya çıkar. Bu nedenle, yağ değişim periyotları buna göre kısa tutulmalıdır.
Lambda sondası	Yakıt-hava karışımının tamamen yanıp yanmadığını belirlemek için egzoz gazındaki artık oksijen içeriğinin belirlendiği katalitik konvertörlü içten yanmalı motorların egzoz sistemindeki sensör
Malzeme yorgunluğu	Malzemenin uzun süre mekanik yüklenmeye maruz kalması nedeniyle oluşan hasar.
Modifikasyon	Motor performansını artırmak için yapılan değişiklik.

Açıklamalı sözlük

Terim	Açıklama
Montaj boşluğu	En büyük piston çapı ve silindir çapı arasında 20 °C'deki ölçü farkı. Piston üzerindeki bir grafit kaplama burada dikkate alınmaz.
Oktan sayısı	Benzin yakıtının vuruntu direncini (kendiliğinden tutuşma eğilimini) tanımlayan rakamdır. Geçerli kural şu şekildedir: Oktan sayısı ne kadar yüksekse, benzin yakıtı vuruntuya karşı o kadar dirençlidir.
Ölü nokta	Pistonun silindirdeki konumu: En yüksek konum = üst ölü nokta, en düşük konum = alt ölü nokta.
OT sensörü	Pistonun motordaki konumunu belirleyen sensör. Bu sensörden gelen veriler, motor kontrol ünitesi için gereklidir.
Pelteleşme (motor yağı)	Motor yağının aniden viskoz hale getiren moleküler zincirlerin birbirlerine çapraz bağlanması. Bu durum, yağ değişim periyotları ayarlanmadığında dizel motorları bitkisel yağlarla çalıştırıldığında meydana gelebilir.
Piston sürtünme hasarı	Piston ve silindirin yağlama olmadan veya aşırı sıkıştırma basıncı ile çok uzun süre birbirine sürtünmesi sonucu oluşan hasar.
Piston taşma/kısalık mesafesi	Pistonun üst ölü noktada silindir bloğu sızdırmazlık yüzeyine göre konumunu gösterir. Piston, blok sızdırmazlık yüzeyini aştığında, buna taşma denir. Piston blok sızdırmazlık yüzeyinden geride kaldığında, buna kısalık denir.
Pistonun yaslama yönü değişikliği	Pistonun üst ve alt ölü noktada basınçtan karşı basınç ve karşı basınçtan basınç tarafına geçmesi.
Pitting oluşumu	Piston malzemesinden kopan parçaların başka bir yerde tekrar pistonun üzerine yapışması.
Polimerizasyon	Motor yağının aniden viskoz hale getiren moleküler zincirlerin birbirlerine çapraz bağlanması.
Rejenerasyon aşaması	Basıncılı hava tankından gelen kuru havanın ters yönde hava kurutucu içerisine üflenerek, hava kurutucusunda granüllerin neminin alındığı aşamadır. Rejenerasyon aşaması kontrol supapları tarafından başlatılır.
Şarj basıncı	Kompresörden sonraki basınçtır (turboşarj/kompresör). Artan şarj basıncı ile birlikte, yakıt-hava karışımı sabit kalırken motora iletilen hava kütlesi ve dolayısıyla motor torku ve motor performansı artar.
Setan sayısı	Dizel yakıtların ateşleme kalitesini gösteren rakam. Setan sayısı arttıkça ateşleme kalitesi artar.
Sıkıştırılmalı biyel kolu	Piston piminin küçük biyel kolu yatağına sıkıştırıldığı biyel kolu. Böylece, piston pimini pistona sabitlemek için tespit segmanlarına gerek kalmaz.
Sıkma talimatı	Genleşme civataları için, motor üreticileri civataların hangi sırayla, hangi torkla ve hangi dönme açısıyla sıkılması gerektiğini belirtir.
Sıvanmış yüzey	Honlama sırasında aşınmış veya arası dolmuş honlama taşlarından meydana gelen ve daha fazla yağ tüketimine yol açabilen, malzemenin ezilerek yüzeye sıvanması.
Soğukta çalıştırma yardımı	Yakıt-hava karışımının yakıt ile zenginleştirilmesi. Soğuk motorlar, optimum bir sarsıntısız çalışma için daha zengin bir yakıt-hava karışımına ihtiyaç duyarlar.
Soğutma yağı fıskiyesi	Yağ devridaiminden aldığı motor yağının pistonun içine enjekte ederek, izin verilen sıcaklık seviyesinin korunmasını sağlayan kıvrımlı küçük boru. Soğutma kanallı pistonlarda motor yağı halka şeklindeki kanala püskürtülür, bu şekilde pistonun daha iyi soğutulması sağlanır.
Sökme aleti	Vidalı bir yağ filtresinin veya yağ filtresi kapağının sökülmesi için gerekli alet. MAHLE'deki tanımı: OCS. Bu alet sadece sökme işlemi için kullanılmalıdır, filtreyi vidalayarak sıkmak için değil (korozyon korumasına hasar verme riski vardır).
Spin-on filtre	Vidalı filtre.
Supap mesafesi	Silindir kafasının yüzeyi ile supaplar arasındaki mesafe.
Supap tırnağı	Supapların tespit edilmesi için kullanılan tırnaklar.
Sürtünme hasarı	İki hareketli metal parçanın yağlama olmadan veya aşırı sıkıştırma basıncı ile çok uzun süre birbirine sürtünmesi sonucu oluşan hasar.
Tali hava	Sızıntı yapan bir yerden sisteme giren hava.

Açıklamalı sözlük

Terim	Açıklama
Taşıma kapasitesi	Yağ filminin dayanıklılığı.
Termostat	Soğutma sıvısı devridaimindeki kontrol supabı. Motorun ısınma safhasında, soğutma sıvısı sadece motor içerisinde dolaştırılır. Motor sıcakken, tüm soğutma sıvısı radyatörden geçirilir.
Tespit segmanı	Piston pimini pim deliğine sabitleyen, yay çeliğinden yapılmış segmanlar.
Tribolojik sistem	Motordaki sürtünme ve yağlama ilişkisi.
Visco® kavrama	Visco®kavrama, fan devri aracılığıyla motor soğutma sistemini kontrol eder. Fan devri, motor yüküne bağlıdır.
Yakıt besleme başlangıcı	Dizel motorlarda pistonun üst ölü noktasından önce sabit bir krank açısında yakıt enjeksiyonunun başlaması.
Yakıt besleme miktarı	Dizel motorlarında püskürtülen yakıtın miktarı.
Yorulma kırılması	Zorlama yönünün sürekli değişmesinden kaynaklanan bileşen kırılması.
Yüzey profili	Tribolojik koşulları en uygun hale getirmek için piston eteğinde tam olarak tanımlanmış tornalama profili.
Zorlama sonucu kırılma	Çok güçlü, tek seferlik bir aşırı yüklenme nedeniyle bir bileşenin kırılması.



Ürün portföyümüz

Motor parçaları	Tam uyumlu ve uzun ömürlü, kendisini kanıtlamış kalite
	- Pistonlar - Piston segmanları - Silindir gömlekleri - Kaymalı yataklar - Supap tahrik bileşenleri - Kitler - Turboşarjlar - Kontrollü yağ pompası - Klape kontrollü emme modülleri - Yağ buharı separatörü
Contalar	1 milyondan fazla uygulama için dünya çapında conta yelpazesi
	- Yağ contaları - Silindir kapak civataları - Sızdırmazlık maddeleri
Filtreler	Filtre programımız – temiz bir çözüm
	- Hava filtreleri - Yağ filtreleri - Yağ filtresi modülleri - Yakıt filtreleri - Kabin filtreleri - Hava kurutucu kartuşları - Şanzıman yağı filtreleri - Üre filtreleri - CleanLine filtreler
Motor soğutma ve iklimlendirme	Hissedilebilir konfor – bugün ve yarın
	- Soğutma sıvısı radyatörleri, intercooler'lar - Fanlar ve kavramalar, kondansatör/radyatör fanları - Genleşme hazneleri, kabin ısı eşanjörleri - Egzoz gazı devridaim soğutucuları, yağ radyatörleri - Elektrikli soğutma sıvısı pompaları - Termostatlar, termal devre kesiciler - Klima kompresörleri, klima kompresörü yağları - Klima kondansatörleri, filtre kurutucular ve akümülatörler - Evaporatörler, genleşme supapları ve orifis tüpleri - Kabin fanları, klima şalterleri - Klima fan regülatörleri ve rezitörleri, harmanlama flapları için elektrikli ayar elemanları - Sensörler
Marş motorları ve alternatörler	Optimum bir marş için yüksek performanslı ve verimli
	- Marş motorları - Alternatörler
E-mobilite ve elektronik	Geleceğin mobilitesi için yenilikçi çözümler
	- Aktüatörler ve şalterler - Yüksek güç elektroniği - Çeşitli sensörler - Elektrikli tahrik sistemleri
Servis ekipmanları ve donanımı ve anıza teşhisi	Bakım ve servis için verimli çözümler
	- Anıza teşhisi TechPRO® TechPRO® Digital ADAS - Klima servisi ArcticPRO® - Otomatik şanzıman yıkama sistemi FluidPRO® - Nitrojen ile lastik şişirme sistemi NitroPRO® - Egzoz gazı muayenesi ölçüm cihazı EmissionPRO® - Yazılım aracı LogiqPRO® - Temizleme sistemi OzonePRO® - Uzaktan tanılama RemotePRO® - Elektrikli araç batarya teşhisi BatteryPRO®

Bilgilendirme hizmetlerimiz

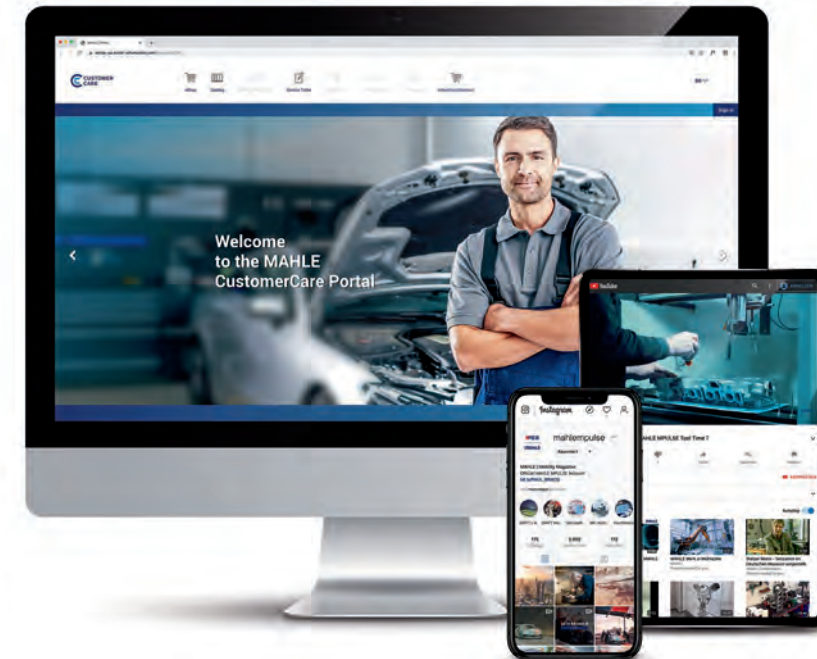
- Technical Messenger**
Tüm MAHLE ürünlerinin bakım ve onarımıyla ilgili faydalı teknik bilgiler ve güncel ipuçları (internet sitemizdeki "Hizmetler" bölümüne bakınız)
- Teknik posterler**
- Hasar broşürleri**
- Montaj videoları ve animasyonlar**
- Klima soğutucu maddesi ve klima kompresör yağı dolum miktarları kitapçığı**
mahle-aftermarket.com/filling-quantities
- Eğitim portalı**
training.mahle.com
- TechTool**
techtool.mahle.com
- MAHLE Insider Bülteni**
mahle-aftermarket.com/mahle-insider
- Aftermarket Çevrimiçi Katalog**
catalog.mahle-aftermarket.com



Teknik sorularınız mı var? Size yardımcı olmaktan memnuniyet duyarız:

Teknik destek hattı: +49 1806 115599*
E-posta: product.support@mahle.com
Pzt – Cum 8.00 – 12.30 ve 13.00 – 17.00 saatleri

*Sabit hattan 0,20 €/bağlantı, mobil hattan maks. 0,60 €/bağlantı (Almanya için geçerlidir – yurt dışında farklı olabilir)



- CustomerCare Portal**
customer.mahle-aftermarket.com
- İnternet sitesi**
mahle-aftermarket.com
- Çevrimiçi Katalog**
catalog.mahle-aftermarket.com
- MAHLE E-Mağaza**
eshop.mahle-aftermarket.com
- Dijital müşteri dergisi**
mpulse.mahle.com
- İnstagram'da**
mahlempulse
- MAHLE**
YouTube kanalı
- MAHLE**
Facebook sayfası





MAHLE Insider

MAHLE Aftermarket GmbH
Pragstraße 26–46
70376 Stuttgart/Almanya
Telefon: +49 711 501-0

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com