

DİZEL MOTOR ENJEKTÖR AYARLARI DERSİ ÖZET NOTU

HAZIRLAYAN

MEHMET KÜÇÜKDAĞ

Hidrolik Enjektörlerin Ayar Tezgâhında Kontrolleri

1. Amaç

Hidrolik enjektörlerin ayar tezgâhında kontrol edilmesinin amacı;

Enjektörün doğru çalışıp çalışmadığını belirlemek,

Yakıt püskürtme kalitesini kontrol etmek,

Açılma basıncını ölçmek,

Sızdırmazlık durumunu incelemek,

Motor performansını olumsuz etkileyen arızaları tespit etmektir.

2. Hidrolik Enjektörün Görevi

Dizel motorlarda enjektörler, yüksek basınç altında gelen yakıtı silindir içerisine ince zerrecikler halinde püskürtür.

Enjektörün temel görevleri:

Yakıtı doğru zamanda püskürtmek,

Yakıtı homojen şekilde dağıtmak,

Yakıtın atomizasyonunu sağlamak,

Yanmanın verimli gerçekleşmesine yardımcı olmaktır.

3. Ayar Tezgâhının Bölümleri



Bir enjektör ayar tezgâhı genel olarak aşağıdaki bölümlerden oluşur:

Yakıt deposu

El pompası veya tahrik pompası

Basınç göstergesi (manometre)

Test borusu

Enjektör bağlantı aparatı

Koruyucu cam veya muhafaza

4. Ayar Tezgâhında Yapılan Kontroller

A. Açılma Basıncı Kontrolü

Amaç

Enjektör iğnesinin hangi basınçta açıldığını belirlemektir.

Uygulama

Enjektör tezgâha bağlanır.

Sistemdeki hava alınır.

Pompa yavaşça çalıştırılır.

Yakıt püskürtmeye başladığı andaki basınç okunur.

Değerlendirme

Ölçülen değer üretici katalogundaki değere uygun olmalıdır.

Düşük basınç:

Yay zayıflamış olabilir.

Ayar bozulmuş olabilir.

Yüksek basınç:

Yay fazla sıkılmış olabilir.

İğne hareketinde sorun olabilir.

B. Püskürtme Şekli Kontrolü

Amaç

Yakıtın düzgün atomize edilip edilmediğini incelemektir.

Kontrol Kriterleri

Püskürtme sis şeklinde olmalıdır.

Yakıt eşit dağılmalıdır.

Belirli yönlere yoğunlaşma olmamalıdır.

Arıza Belirtileri

Damlama

Çizgi şeklinde püskürtme

Düzensiz dağılım

Tek taraflı püskürtme

Muhtemel Nedenler

Meme deliklerinin tıkanması İğne aşınması Yakıt kirlenmesi

C. Sızdırmazlık Kontrolü

Amaç

Enjektör kapalı durumdayken yakıt kaçırıp kaçırmadığını belirlemektir.

Uygulama

Basınç, açılma basıncının biraz altında tutulur.

Meme ucunda yakıt birikimi gözlenir.

Sonuç

Normal durumda:

Yakıt damlamamalıdır. Meme ucunda kaçak görülmemelidir.

Arızalı durumda:

Yakıt damlar. Yanma kalitesi bozulur. Yakıt tüketimi artar.

D. Titreşim ve Ses Kontrolü

Amaç

İğnenin düzgün açılıp kapanmasını kontrol etmektir.

Uygulama

Pompa çalıştırıldığında enjektörden net ve düzenli bir "cırlama" veya "çıt sesi" duyulmalıdır.

Değerlendirme

Düzenli ses → Normal çalışma

Düzensiz ses → İğne sıkışması veya yay problemi

E. Geri Kaçak Kontrolü

Amaç

Enjektör içerisindeki aşınmaları belirlemektir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Fazla geri kaçak:

İğne ve gövde aşınması

Basınç kaybı

Performans düşüklüğü

5. Kontrol Sonrası Ayar İşlemleri

Kontroller sonucunda gerekirse:

Yay ayarı yapılır.

Şim (pul) değiştirilir.

Meme temizlenir.

Aşınmış parçalar yenilenir.

Enjektör tekrar test edilir.

6. İş Güvenliği Kuralları

 Enjektör testlerinde yakıt çok yüksek basınç altında püskürtülür.

Bu nedenle;

Yakıt püskürtmesine el veya vücut yaklaştırılmamalıdır.

Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

Test sırasında koruyucu muhafaza kapalı tutulmalıdır.

Çalışma alanında açık alev bulunmamalıdır.

Yakıt döküntüleri hemen temizlenmelidir.

7. Değerlendirme Soruları

1. Enjektörün açılma basıncı neden önemlidir?
2. Düzensiz püskürtmenin motor üzerindeki etkileri nelerdir?
3. Sızdırmazlık testi nasıl yapılır?
4. Geri kaçak miktarının fazla olması hangi arızayı gösterir?
5. Enjektör testlerinde uyulması gereken güvenlik kurallarını açıklayınız.

Hidrolik Enjektörlerde Arıza Teşhisi

1. Hidrolik Enjektörün Tanımı

Hidrolik enjektör, dizel motorlarda yakıtı yüksek basınç altında yanma odasına püskürten elemandır. Yakıtın doğru zamanda, doğru miktarda ve uygun püskürtme şekliyle silindire gönderilmesini sağlar.

Enjektörün düzgün çalışması;

Motor performansını,

Yakıt ekonomisini,

Egzoz emisyonlarını,

Motor ömrünü doğrudan etkiler.

2. Enjektör Arızalarının Belirtileri

Arızalı bir enjektör aşağıdaki belirtilere neden olabilir:

Motor Çalışmasında

Zor çalışma	Geç çalışma	Rölantide düzensizlik
Tekleme	Titreşimli çalışma	Güç kaybı

Yakıt Tüketiminde

Yakıt tüketiminin artması	Verimin düşmesi
---------------------------	-----------------

Egzoz Gazlarında

Siyah duman	Beyaz duman	Mavi duman
-------------	-------------	------------

Motorda Oluşabilecek Sesler

Vuruntu	Tıkırtı	Düzensiz yanma sesleri
---------	---------	------------------------

3. Hidrolik Enjektörlerde Görülen Başlıca Arızalar

A. Meme Deliklerinin Tıkanması

Nedenleri

Kirli yakıt kullanımı	Yakıt filtresinin görevini yapmaması	Yakıt sistemine yabancı madde girmesi
-----------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

Belirtileri

Güç kaybı Düzensiz püskürtme Siyah duman Yakıt tüketiminde artış

Çözümü

Meme temizliği yapılır. Gerekirse meme değiştirilir.

B. Enjektör İğnesinin Sıkışması

Nedenleri

Yakıt içerisindeki kirler Korozyon Aşınma

Belirtileri

Sürekli yakıt püskürtme Motor vuruntusu Düzensiz çalışma Egzoz dumanında artış

Çözümü

Enjektör sökülerek kontrol edilir. İğne ve meme yenilenir.

C. Açılma Basıncının Düşmesi

Nedenleri

Yay zayıflaması Ayar bozukluğu Parça aşınması

Belirtileri

Erken püskürtme Düzensiz yanma Yakıt tüketiminin artması

Çözümü

Yay ayarı yapılır. Şim ayarı değiştirilir. Aşınmış parçalar yenilenir.

D. Açılma Basıncının Yükselmesi

Nedenleri

Yayın fazla sıkılması Yanlış ayar yapılması

Belirtileri

Geç püskürtme Güç kaybı Motorun zor çalışması

Çözümü

Basınç ayarı katalog değerine getirilir.

E. Yakıt Sızdırması

Nedenleri

İğne ve meme aşınması Sızdırmazlık yüzeylerinin bozulması

Belirtileri

Meme ucunda damlama Beyaz duman Yakıt tüketiminde artış

Çözümü

Sızdıran parçalar değiştirilir. Enjektör yeniden ayarlanır.

4. Hidrolik Enjektörlerde Arıza Teşhis Yöntemleri

A. Gözle Kontrol

Kontrol edilen durumlar:

Yakıt kaçaqları Bağlantı gevşeklikleri Çatlak ve deformasyonlar Karbon birikintileri

B. Motor Üzerinde Kontrol

Motor çalışırken:

Silindir kesme testi uygulanır. Motor sesi dinlenir. Egzoz rengi gözlenir.

Arızalı silindirde değişim daha az hissedilir.

C. Ayar Tezgâhında Kontrol

Ayar tezgâhında aşağıdaki kontroller yapılır:

Açılma Basıncı Testi

Enjektörün açılma basıncı ölçülür.

Katalog değerleri ile karşılaştırılır.

Püskürtme Deseni Testi

Yakıtın sis şeklinde püskürtmesi kontrol edilir.

Sızdırmazlık Testi

Basınç altında damlama olup olmadığı incelenir.

Ses Kontrolü

Enjektörün açılıp kapanma sesi dinlenir.

5. Arıza Belirtileri ve Muhtemel Nedenleri

<u>Belirti</u>	<u>Muhtemel Neden</u>
Zor çalışma	Düşük açılma basıncı, sızıntı
Siyah duman	Tıkalı meme, kötü püskürtme
Beyaz duman	Yakıt damlaması, düşük sıcaklıkta yanma
Güç kaybı	Yetersiz püskürtme
Yüksek yakıt tüketimi	Kaçak veya düzensiz püskürtme
Motor vuruntusu	İğne sıkışması, yanlış püskürtme

6. Arızaların Motor Üzerindeki Etkileri

Enjektör arızaları;

Yakıt tüketimini artırır.	Motor gücünü düşürür.	Egzoz emisyonlarını yükseltir.
Yanma kalitesini bozar.	Piston ve supaplarda hasara neden olabilir.	Motor ömrünü kısaltır.

7. İş Güvenliği Kuralları

 Enjektör sistemleri çok yüksek basınç altında çalışır.

Güvenlik açısından:

Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.

Yakıt püskürtme yönüne el tutulmamalıdır.

Basınçlı yakıtın cilde temas etmesine izin verilmemelidir.

Testler koruyucu muhafaza içerisinde yapılmalıdır.

Açık alev ve kıvılcım kaynaklarından uzak çalışılmalıdır.

Değerlendirme Soruları

1. Hidrolik enjektörün görevi nedir?
2. Meme deliklerinin tıkanması hangi belirtilere yol açar?
3. Açılma basıncının düşük olması motoru nasıl etkiler?
4. Ayar tezgâhında hangi testler yapılır?
5. Enjektör arızalarının yakıt tüketimine etkileri nelerdir?
6. Enjektör testlerinde dikkat edilmesi gereken iş güvenliği kurallarını açıklayınız.

Hidrolik Enjektörlerin Periyodik Bakımı

1. Giriş

Dizel motorlarda enjektörler, yakıtı yüksek basınç altında yanma odasına püskürten hassas elemanlardır.

Enjektörlerin düzenli olarak bakımının yapılması;

Motor performansını artırır, Yakıt tüketimini azaltır,
Egzoz emisyonlarını düşürür, Motor ömrünü uzatır, Arızaların önlenmesini sağlar.

Periyodik bakım yapılmayan enjektörlerde püskürtme kalitesi bozulur ve motor verimi düşer.

2. Periyodik Bakımın Önemi

Periyodik bakım sayesinde;

Yakıt sistemi temiz tutulur. Enjektör aşınmaları erken tespit edilir. Yakıt kaçaqları önlenir.

Yakıtın düzgün atomizasyonu sağlanır. Motorun ekonomik çalışması desteklenir.

3. Enjektörlerde Periyodik Bakım Aralıkları

Bakım aralıkları;

Araç üreticisinin tavsiyelerine, Motor çalışma koşullarına,
Yakıt kalitesine, Kullanım sıklığına göre değişebilir.

Genel olarak:

Bakım İşlemi

Yakıt filtresi kontrolü

Yakıt sistemi kontrolü

Enjektör testi

Açılma basıncı kontrolü

Meme temizliği

Kontrol Aralığı

Her bakımda

Periyodik bakımda

Belirli çalışma saatlerinde veya kilometrede

Gerektiğinde

Performans düşüklüğünde veya bakım sırasında

4. Periyodik Bakımda Yapılan İşlemler

A. Görsel Kontrol

İlk olarak enjektörlerin dış yüzeyi incelenir.

Kontrol edilen noktalar:

Yakıt kaçaqları Çatlaklar Korozyon Gevşek bağlantılar Karbon birikintileri

Amaç

Olası arızaları erken aşamada belirlemektir.

B. Yakıt Sistemi Kontrolü

Yakıt sisteminin temiz ve sağlam olması gerekir.

Kontrol edilen parçalar:

Yakıt filtresi Yakıt boruları Bağlantı elemanları Yakıt deposu

C. Enjektörün Sökülmesi ve Temizlenmesi

Gerekli durumlarda enjektör motordan sökülür.

Temizlik işlemleri:

Dış yüzey temizliği Meme temizliği Karbon kalıntılarının giderilmesi

Temizlik sırasında hassas yüzeylerin zarar görmemesine dikkat edilir.

D. Meme Kontrolü

Kontrol Edilen Unsurlar

Meme deliklerinin açıklığı Aşınma durumu Tıkanıklıklar Hasarlar

Aşırı aşınmış veya hasarlı memeler değiştirilmelidir.

E. Açılma Basıncı Kontrolü

Enjektör ayar tezgâhına bağlanarak açılma basıncı ölçülür.

Değerlendirme

Basınç değeri üretici verileriyle karşılaştırılır.

Uygun değilse ayar yapılır.

Gerekirse yay veya şim değiştirilir.



F. Püskürtme Kalitesinin Kontrolü

Kontrol sırasında;

Yakıtın sis şeklinde püskürtmesi,

Düzenli dağılım göstermesi,

Damlama yapmaması beklenir.

Arıza Belirtileri

Çizgi şeklinde püskürtme

Düzensiz püskürtme

Damlama

Tek taraflı püskürtme

G. Sızdırmazlık Kontrolü

Enjektör belirli bir basınç altında test edilir.

Kontrol edilen durumlar:

Yakıt kaçağı

Meme ucunda damlama

İç kaçaklar

Sızıntı tespit edilirse gerekli parçalar değiştirilir.

5. Bakım Sonrası Yapılması Gerekenler

Bakım tamamlandıktan sonra:

Enjektör yeniden monte edilir.

Bağlantılar sıkılık açısından kontrol edilir.

Yakıt sistemindeki hava alınır.

Motor çalıştırılarak test edilir.

Kaçak kontrolü yapılır.

6. Periyodik Bakımda Kullanılan Araç ve Gereçler

- ☐ Enjektör ayar tezgâhı
- ☐ Anahtar takımları
- ☐ Temizleme sıvıları
- ☐ Basınç ölçüm cihazları
- ☐ Temiz bezler
- ☐ Koruyucu ekipmanlar

7. İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

 Enjektör bakımında yüksek basınçlı yakıt ve yanıcı maddelerle çalışılır.

Dikkat edilmesi gereken kurallar:

- ☐ Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- ☐ Koruyucu eldiven kullanılmalıdır.
- ☐ Açık alev bulundurulmamalıdır.
- ☐ Yakıt döküntüleri temizlenmelidir.
- ☐ Çalışma alanı iyi havalandırılmalıdır.
- ☐ Basınçlı yakıtla doğrudan temas edilmemelidir.

8. Periyodik Bakımın Faydaları

Periyodik bakım sayesinde;

- ☐ Yakıt tüketimi azalır.
- ☐ Motor performansı artar.
- ☐ Egzoz emisyonları düşer.
- ☐ Arıza riskleri azalır.
- ☐ Motorun kullanım ömrü uzar.
- ☐ İşletme maliyetleri düşer.

Değerlendirme Soruları

1. Hidrolik enjektörlerde periyodik bakım neden gereklidir?
2. Periyodik bakım sırasında hangi kontroller yapılır?
3. Meme kontrolünün amacı nedir?
4. Açılma basıncı neden kontrol edilir?
5. Sızdırmazlık testinin önemi nedir?
6. Periyodik bakımın motor performansına etkileri nelerdir?
7. Bakım sırasında uyulması gereken iş güvenliği kurallarını açıklayınız.

Hidrolik Enjektörlerin Tezgâhta Ayarları

1. Enjektör Ayar Tezgâhının Tanımı

Enjektör ayar tezgâhı, enjektörlerin çalışma durumunu kontrol etmek ve gerekli ayarları yapmak amacıyla kullanılan test cihazıdır.

2. Ayar Tezgâhının Başlıca Bölümleri

- ☐ Yakıt deposu
- ☐ El pompası veya test pompası
- ☐ Basınç göstergesi (manometre)
- ☐ Test borusu
- ☐ Enjektör bağlantı aparatı
- ☐ Koruyucu muhafaza



3. Tezgâhta Ayar Yapmanın Amaçları

Tezgâhta yapılan ayarların amaçları şunlardır:

- Açılma basıncını ayarlamak
- Püskürtme kalitesini kontrol etmek
- Sızdırmazlığı kontrol etmek
- Yakıt dağılımını incelemek
- Enjektörün katalog değerlerine uygun çalışmasını sağlamak

4. Ayar Öncesi Hazırlıklar

Ayar işlemine başlamadan önce;

- Enjektör temizlenir.
- Dış yüzey kontrol edilir.
- Meme ve iğne durumu incelenir.
- Test tezgâhı temizlenir.
- Yakıt seviyesi kontrol edilir.
- Güvenlik ekipmanları kullanılır.

5. Açılma Basıncı Ayarı

Açılma Basıncı Nedir?

Enjektör iğnesinin yakıt basıncı etkisiyle açılarak püskürtmeye başladığı basınca açılma basıncı denir.

Her enjektör için üretici tarafından belirlenmiş bir açılma basıncı değeri vardır.

Açılma Basıncı Ölçümü İşlem Basamakları

1. Enjektör test tezgâhına bağlanır.
2. Sistem havası alınır.
3. Pompa yavaşça çalıştırılır.
4. Yakıt püskürtmeye başladığı anda manometredeki değeri okunur.

Değerlendirme

Ölçülen değeri katalog değeri ile karşılaştırılır. Sapma varsa ayar yapılır.

Açılma Basıncı Ayarı

Basınç Düşükse Muhtemel nedenler:

- a. Yay zayıflamış olabilir.
- b. Ayar pulu (şim) ince olabilir.
- c. Yapılacak İşlem
- d. Daha kalın şim kullanılır.
- e. Yay kontrol edilir ve gerekiyorsa değiştirilir.

Basınç Yüksekse Muhtemel nedenler:

- a. Yay aşırı sıkılmıştır.
- b. Şim kalınlığı fazladır.
- c. Yapılacak İşlem
- d. Daha ince şim kullanılır.
- e. Yay ayarı düzeltilir.

6. Püskürtme Deseni Ayarı ve Kontrolü

Açılma basıncı ayarlandıktan sonra püskürtme şekli incelenir.

İdeal Püskürtme Özellikleri

- Sis şeklinde olmalıdır.
- Yakıt homojen dağılmalıdır.
- Tüm meme deliklerinden eşit püskürtme olmalıdır.
- Damlama olmamalıdır.

Hatalı Püskürtme Şekilleri

- ❖ Çizgi şeklinde püskürtme
- ❖ Tek taraflı püskürtme
- ❖ Düzensiz püskürtme
- ❖ Yakıt damlaması

Bu durumlarda meme temizlenir veya değiştirilir.

7. Sızdırmazlık Ayarı ve Kontrolü

Sızdırmazlık kontrolü, enjektörün kapalı durumda yakıt kaçırmayı kaçırmadığını belirlemek için yapılır.

Kontrol İşlemi

Basınç, açılma basıncının biraz altında tutulur.

Meme ucu gözlenir.

Sonuç Normal durumda:

Yakıt damlamamalıdır.

Kaçak görülmemelidir.

Arızalı durumda:

Yakıt sızması oluşur.

Meme veya iğne aşınmış olabilir.

8. Ses (Çıtlatma) Kontrolü

Enjektör çalışırken iğnenin açılıp kapanması sonucu karakteristik bir ses oluşur.

Beklenen Durum: Düzenli ve net ses duyulmalıdır.

Arıza Belirtisi

- ❖ Zayıf veya düzensiz ses
- ❖ İğne sıkışması
- ❖ Yay arızası

9. Ayar Sonrası Kontroller

Ayar tamamlandıktan sonra:

1. Açılma basıncı tekrar ölçülür.
2. Püskürtme şekli yeniden kontrol edilir.
3. Sızdırmazlık testi yapılır.
4. Sonuçlar kayıt altına alınır.
5. Enjektör kullanıma hazır hale getirilir.

10. Tezgâhta Ayar Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar

- ❖ Temiz yakıt kullanılmalıdır.
- ❖ Test cihazı kalibre edilmiş olmalıdır.
- ❖ Üretici katalog değerleri esas alınmalıdır.
- ❖ Hassas parçalar çizilmemelidir.
- ❖ Ayarlar küçük adımlarla yapılmalıdır.
- ❖ Her ayardan sonra yeniden test uygulanmalıdır.

11. İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

- ⚠ Enjektör testlerinde çok yüksek basınç oluşur.

Bu nedenle:

- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Yakıt püskürtme yönüne el tutulmamalıdır.
- Koruyucu muhafaza kullanılmalıdır.
- Açık alevden uzak çalışılmalıdır.
- Yakıt döküntüleri temizlenmelidir.
- Basınçlı yakıtın cilde teması engellenmelidir.

Değerlendirme Soruları

1. Enjektör açılma basıncı nedir?
2. Açılma basıncı nasıl ölçülür?
3. Basınç düşük çıkarsa hangi ayarlar yapılır?
4. İdeal püskürtme deseni nasıl olmalıdır?
5. Sızdırmazlık testi neden yapılır?
6. Enjektörün çıkardığı ses neyi gösterir?
7. Tezgâhta ayar yaparken dikkat edilmesi gereken güvenlik kurallarını açıklayınız.

HİDROLİK ENJEKTÖRLERİN PERFORMANS TESTİ

1. Performans Testinin Amacı

Performans testinin temel amaçları şunlardır:

- ❖ Enjektörün doğru çalışıp çalışmadığını belirlemek,
- ❖ Yakıt püskürtme kalitesini kontrol etmek,
- ❖ Açılma basıncını ölçmek,
- ❖ Yakıt dağılımını incelemek,
- ❖ Kaçak ve aşınmaları tespit etmek,
- ❖ Motor performansını korumaktır.

2. Enjektör Performansını Etkileyen Faktörler

Enjektör performansı aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

- Açılma basıncı
- Meme deliklerinin durumu
- İğne ve gövde aşınması
- Yakıt kalitesi
- Yakıt sistemi temizliği
- Yay kuvveti
- Sızdırmazlık durumu

3. Performans Testi İçin Kullanılan Ekipmanlar

- ✚ Test ve Ölçüm Ekipmanları
- ✚ Enjektör ayar ve test tezgâhı
- ✚ Basınç göstergesi (manometre)
- ✚ Test yakıtı
- ✚ Ölçüm kapları
- ✚ Temizlik ekipmanları
- ✚ Koruyucu ekipmanlar

5. Performans Testi Öncesi Hazırlıklar

Test öncesinde aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

- Enjektör dış temizliği yapılır.
- Görsel kontrol gerçekleştirilir.
- Test cihazı kontrol edilir.
- Yakıt seviyesi ve temizliği incelenir.
- Sistemdeki hava boşaltılır.
- Güvenlik önlemleri alınır.

6. Performans Testleri

A. Açılma Basıncı Testi

Amaç: Enjektörün püskürtmeye başladığı basıncı belirlemektir.

Uygulama

Enjektör test tezgâhına bağlanır.

Basınç yavaşça artırılır.

Püskürtmenin başladığı andaki basınç değeri okunur.

Değerlendirme

Ölçülen değer üretici katalog verileri ile karşılaştırılır.

Düşük veya yüksek değerler ayar bozukluğunu gösterir.

B. Püskürtme Deseni Testi

Amaç: Yakıtın yanma odasına uygun şekilde dağılıp dağılmadığını belirlemektir.

İdeal Püskürtme

İnce sis şeklinde olmalıdır.

Homojen dağılım göstermelidir.

Tüm deliklerden eşit püskürtme olmalıdır.

Hatalı Durumlar

Damlama

Çizgi şeklinde püskürtme

Tek taraflı püskürtme

Düzensiz püskürtme

Bu durumlar meme veya iğne arızasına işaret eder.

C. Sızdırmazlık Testi

Amaç: Enjektörün kapalı durumda yakıt kaçırıp kaçırmadığını kontrol etmektir.

Uygulama

Basınç açılma basıncının biraz altında tutulur.

Meme ucu gözlenir.

Sonuç

Normal durumda yakıt damlaması olmamalıdır.

D. Ses (Çıtlatma) Testi

Amaç: İğnenin düzgün hareket edip etmediğini kontrol etmektir.

Değerlendirme

Net ve düzenli ses → Normal çalışma

Düzensiz veya zayıf ses → İğne veya yay problemi

E. Debi (Yakıt Miktarı) Testi

Amaç: Belirli süre içerisinde püskürtülen yakıt miktarını ölçmektir.

Uygulama

Enjektör belirli sayıda çalıştırılır.

Püskürtülen yakıt ölçüm kabında toplanır.

Ölçülen miktar standart değerlerle karşılaştırılır.

Sonuç

Düşük debi → Tıkanıklık veya aşınma

Yüksek debi → Kaçak veya ayar bozukluğu

F. Geri Kaçak Testi

Amaç: Enjektör içerisindeki aşınmaları belirlemektir.

Değerlendirme

Aşırı geri kaçak;

Basınç kaybına, Yakıt tüketiminde artışa, Motor performansında düşüşe neden olur.

7. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Test Sonucu

Olası Neden

Düşük açılma basıncı	Yay zayıflığı, ayar bozukluğu
Yüksek açılma basıncı	Yay sıkılığı, yanlış ayar
Damlama	Meme veya iğne aşınması
Düzensiz püskürtme	Tıkalı meme delikleri
Düşük debi	Tıkanıklık
Fazla geri kaçak	İç aşınma

8. Performans Düşüklüğünün Motor Üzerindeki Etkileri

Performansı düşük enjektörler;

Yakıt tüketimini artırır.

Motor gücünü azaltır.

Egzoz emisyonlarını yükseltir.

Zor çalışma problemlerine yol açar.

Yanma verimini düşürür.

Motor ömrünü kısaltabilir.

9. İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

⚠ Enjektör testlerinde yüksek basınçlı yakıt kullanılır.

Bu nedenle;

- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Koruyucu eldiven giyilmelidir.
- Yakıt püskürtme yönüne el tutulmamalıdır.
- Test muhafazası kapalı tutulmalıdır.
- Açık alev ve kıvılcımdan uzak çalışılmalıdır.
- Çalışma alanı temiz tutulmalıdır.

Değerlendirme Soruları

1. Hidrolik enjektörlerde performans testinin amacı nedir?
2. Açılma basıncı testi nasıl yapılır?
3. İdeal püskürtme deseni nasıl olmalıdır?
4. Debi testi neyi ölçer?
5. Geri kaçak testinin amacı nedir?
6. Performansı düşük bir enjektör motoru nasıl etkiler?
7. Performans testleri sırasında uyulması gereken güvenlik kurallarını açıklayınız.

Elektronik Kontrollü Enjektörlerin Ayar Tezgâhında Kontrolleri

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, dizel ve benzinli motorlarda yakıtın doğru miktarda, doğru zamanda ve uygun basınçta silindire püskürtülmesini sağlayan elemanlardır. Enjektörlerin performansı motor gücünü, yakıt tüketimini ve egzoz emisyonlarını doğrudan etkiler. Bu nedenle belirli periyotlarla ayar tezgâhında kontrol edilmesi gerekir.

2. Elektronik Kontrollü Enjektörlerin Görevleri

Enjektörlerin temel görevleri:

- Yakıtı yüksek basınç altında püskürtmek
- Yakıtı ince zerrecikler hâlinde atomize etmek
- Doğru zamanda püskürtme yapmak
- Motor kontrol ünitesinden (ECU) gelen sinyallere göre çalışmak
- Yakıt miktarını hassas şekilde ayarlamak

3. Ayar Tezgâhının Tanımı

Enjektör ayar tezgâhı, enjektörlerin çalışma performansını test etmek ve arızalarını tespit etmek amacıyla kullanılan cihazdır.

Ayar Tezgâhının Bölümleri

- Yakıt deposu
- Yüksek basınç pompası
- Basınç göstergesi (manometre)
- Elektronik kontrol ünitesi
- Ölçüm tüpleri
- Test bağlantıları
- Bilgisayar ve analiz yazılımı

4. Kontrol Öncesi Hazırlıklar

Kontrole başlamadan önce:

1. Enjektör dış temizliği yapılır.
2. Test cihazının kalibrasyonu kontrol edilir.
3. Yakıt filtresi temizlenir.
4. Test sıvısının seviyesi kontrol edilir.
5. Elektrik bağlantıları gözden geçirilir.
6. Enjektör kod bilgileri sisteme girilir.

İş Güvenliği Kuralları

- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Yakıt sızıntılarına dikkat edilmelidir.
- Yüksek basınçlı yakıt püskürmesine karşı önlem alınmalıdır.
- Elektrik bağlantıları enerjisiz durumda yapılmalıdır.

5. Ayar Tezgâhında Yapılan Kontroller

A. Elektriksel Kontroller

Bobin Direnci Ölçümü

Amaç: Enjektör bobininin sağlamlığını kontrol etmektir.

Kontrol şekli:

- Multimetre ile direnç ölçülür.
- Üretici değerleri ile karşılaştırılır.

Yalıtım Kontrolü

Amaç: Bobin ile gövde arasında kaçak olup olmadığını belirlemektir.

B. Açma (Tetikleme) Testi

Amaç: Enjektörün ECU'dan gelen elektrik sinyaline tepki verip vermediğini belirlemek.

Kontrol edilenler:

- Açılma süresi
- Kapanma süresi
- Tepki hızı

Normal olmayan durumlar:

- Geç açma
- Geç kapanma
- Hiç çalışmama

C. Yakıt Debisi Kontrolü

Amaç: Belirli sürede püskürtülen yakıt miktarını ölçmek.

İşlem:

- Enjektör belirli süre çalıştırılır.
- Ölçüm tüplerindeki yakıt miktarı incelenir.

Değerlendirme:

- Yakıt miktarı katalog değerlerine uygun olmalıdır.
- Silindirler arasında büyük fark olmamalıdır.

D. Geri Dönüş (Leak-Off) Testi

Amaç: Enjektör iç kaçaklarının belirlenmesi.

Kontrol şekli:

- Geri dönüş hattından gelen yakıt miktarı ölçülür.

Arıza belirtisi:

- Fazla geri dönüş yakıtı
- Düşük ray (rail) basıncı
- Zor çalışma

E. Püskürtme Deseni Kontrolü

Amaç: Yakıtın meme ucundan düzgün dağılıp dağılmadığını incelemek.

İstenen püskürtme:

- Homojen dağılım
- Sisleme şeklinde püskürtme
- Damlama olmaması

Arızalı durumlar:

- Tek taraflı püskürtme
- Damlama
- Düzensiz püskürtme

F. Açma Basıncı Kontrolü

Amaç: Enjektörün açılmaya başladığı basıncı ölçmek.

Kontrol:

- Basınç yavaşça yükseltilir.
- Açılma anındaki değer okunur.

Sonuç:

- Değer üretici standartlarına uygun olmalıdır.

G. Sızdırmazlık Testi

Amaç: Enjektör kapalı iken yakıt kaçırıp kaçırmadığını belirlemek.

Kontrol:

- Belirli basınç uygulanır.
- Meme ucunda damlama gözlenir.

Arıza:

- Sürekli damlama
- Basınç düşmesi

6. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kontrol sonunda aşağıdaki kriterler değerlendirilir:

Kontrol Türü	Değerlendirme Kriteri
Bobin direnci	Standart değerde olmalı
Debi testi	Tolerans içinde olmalı
Geri dönüş testi	Eşit ve düşük olmalı
Açma basıncı	Üretici değerine uygun olmalı
Püskürtme şekli	Homojen olmalı
Sızdırmazlık	Kaçak olmamalı

7. Sık Karşılaşılan Arızalar

- Meme ucu tıkanıklığı
- Bobin yanması
- İğne sıkışması
- İç kaçaklar
- Elektrik bağlantı arızaları
- Düşük püskürtme basıncı
- Yakıt sızdırması

Belirtileri:

- Zor çalışma
- Güç kaybı
- Siyah duman
- Yakıt tüketiminde artış
- Düzensiz rölanti

8. Elektronik Kontrollü Enjektörlerin Bakımı

Bakım sırasında:

- Ultrasonik temizleme uygulanabilir.
- Filtreler değiştirilir.
- Meme ucu kontrol edilir.
- O-ring ve contalar yenilenir.
- Testler tekrar edilerek doğrulama yapılır.

ELEKTRONİK KONTROLLÜ ENJEKTÖRLERİN ARIZA TEŞHİSİ

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, motor kontrol ünitesinden (ECU) aldıkları komutlar doğrultusunda yakıtı belirli bir basınç ve zamanda yanma odasına püskürten elemanlardır.

2. Elektronik Kontrollü Enjektörlerin Yapısı

Elektronik kontrollü enjektörler genel olarak aşağıdaki parçalardan oluşur:

- Enjektör gövdesi
- Solenoid bobin veya piezo elemanı
- Enjektör memesi (nozül)
- İğne valfi
- Yakıt giriş ve dönüş kanalları
- Elektrik bağlantı soketi
- Conta ve sızdırmazlık elemanları

3. Enjektör Arızalarının Motor Üzerindeki Etkileri

Arızalı bir enjektör aşağıdaki problemlere neden olabilir:

- Motorun zor çalışması
- Düzensiz rölanti
- Güç kaybı
- Yakıt tüketiminde artış
- Siyah veya beyaz duman çıkışı
- Tekleme ve titreşim
- Egzoz emisyonlarının artması
- Motor arıza lambasının yanması

4. Arıza Teşhisinde Kullanılan Ekipmanlar

Enjektör arızalarının teşhisinde kullanılan başlıca ekipmanlar:

- Arıza tespit cihazı (diagnostik cihaz)
- Enjektör test ve ayar tezgâhı
- Multimetre
- Basınç ölçüm cihazları
- Osiloskop
- Yakıt sistemi test ekipmanları

5. Elektronik Kontrollü Enjektörlerde Görülen Arızalar

A. Elektriksel Arızalar

Bobin Arızası

Belirtileri:

- Motorun teklemesi
- Motor arıza lambasının yanması
- Silindir çalışmaması

Teşhis:

- Multimetre ile direnç ölçümü yapılır.
- Üretici değerleriyle karşılaştırılır.

Kablo ve Soket Arızaları

Belirtileri:

- Kesik kesik çalışma
- Ani performans kaybı

Teşhis:

- Soketler kontrol edilir.
- Kablo süreklilik testi yapılır.

B. Mekanik Arızalar

Meme Ucu Tıkanıklığı

Nedenleri:

- Kirli yakıt kullanımı
- Yakıt filtresinin tıkanması

Belirtileri:

- Düzensiz püskürtme
- Yakıt tüketiminde artış
- Güç kaybı

İğne Valfi Sıkışması

Belirtileri:

- Sürekli yakıt püskürtme
- Siyah duman
- Silindirde düzensiz yanma

C. İç Kaçak Arızaları

Belirtileri:

- Zor çalışma
- Düşük yakıt basıncı
- Güç kaybı

Teşhis:

- Geri dönüş (Leak-Off) testi yapılır.
- Fazla geri dönüş yakıtı iç kaçak göstergesidir.

D. Sızdırmazlık Problemleri

Belirtileri:

- Yakıt damlaması
- Basınç kaybı
- Düzensiz motor çalışması

Teşhis:

- Sızdırmazlık testi uygulanır.
- Enjektör meme ucunda damlama kontrol edilir.

6. Arıza Teşhis Yöntemleri

6.1 Görsel Kontrol

İlk aşamada:

- Yakıt kaçakları kontrol edilir.
- Soket ve kablo bağlantıları incelenir.
- Enjektör gövdesi gözle muayene edilir.

Avantajı:

- Hızlı ve maliyetsizdir.

6.2 Arıza Kodlarının Okunması

Motor kontrol ünitesinde kayıtlı hata kodları okunur.

Örnek hata kodları:

Kod	Açıklama
P0201	1. silindir enjektör devresi arızası
P0202	2. silindir enjektör devresi arızası
P0203	3. silindir enjektör devresi arızası
P0204	4. silindir enjektör devresi arızası
P2146	Enjektör güç devresi arızası

Not: Kodlar araç marka ve modeline göre değişebilir.

6.3 Direnç Ölçümü

Amaç: Enjektör bobininin sağlamlığını kontrol etmektir.

İşlem:

1. Soket bağlantısı sökülür.
2. Multimetre ohm kademesine alınır.
3. Bobin direnci ölçülür.
4. Sonuç katalog değerleriyle karşılaştırılır.

6.4 Osiloskop Kontrolü

Amaç: Enjektör sinyalinin incelenmesidir.

Kontrol edilenler:

- Açılma süresi
- Kapanma süresi
- Sinyal şekli
- Voltaj seviyesi

Avantajı:

- Elektriksel arızaların hassas teşhisini sağlar.

6.5 Enjektör Test Tezgâhı Kontrolü

Tezgâhta yapılan testler:

- Debi testi
- Geri dönüş testi
- Püskürtme deseni testi
- Açma basıncı testi
- Sızdırmazlık testi

Bu testler sayesinde mekanik ve hidrolik arızalar belirlenir.

7. Arıza Belirtileri ve Muhtemel Nedenleri

Belirti	Muhtemel Neden
Zor çalışma	İç kaçak, düşük basınç
Siyah duman	Fazla yakıt püskürtme
Beyaz duman	Eksik yanma
Yakıt tüketiminin artması	Damlama veya kaçırma
Tekleme	Bobin arızası
Güç kaybı	Tıkalı meme
Rölanti düzensizliği	Düzensiz püskürtme

8. Arıza Giderme İşlemleri

Arızanın türüne göre aşağıdaki işlemler uygulanır:

Temizlik İşlemleri

- Ultrasonik temizleme
- Yakıt sistemi temizliği
- Filtre değişimi

Onarım İşlemleri

- Meme değişimi
- Conta değişimi
- Soket ve kablo tamiri

Değişim İşlemleri

Aşağıdaki durumlarda enjektör değiştirilmelidir:

- Bobin yanmışsa
- İleri derecede aşınma varsa
- Gövde hasarlıysa
- Kalibrasyon değerleri sağlanamıyorsa

9. Arıza Teşhisinde Dikkat Edilecek Hususlar

- Arıza kodlarına tek başına güvenilmemelidir.
- Elektriksel ve mekanik kontroller birlikte yapılmalıdır.
- Üretici test değerleri kullanılmalıdır.
- Yakıt sistemi genel olarak kontrol edilmelidir.
- Test ekipmanlarının kalibrasyonu doğrulanmalıdır.

ELEKTRONİK KONTROLLÜ ENJEKTÖRLERİN PERİYODİK BAKIMI

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, motor kontrol ünitesi (ECU) tarafından yönetilen ve yakıtın yanma odasına doğru miktarda, doğru zamanda ve uygun basınçta püskürtülmesini sağlayan hassas elemanlardır.

2. Periyodik Bakımın Amacı

Elektronik kontrollü enjektörlerin periyodik bakımının amaçları şunlardır:

- Yakıt sisteminin verimli çalışmasını sağlamak
- Enjektörlerin püskürtme kalitesini korumak
- Yakıt tüketimini azaltmak
- Motor performansını artırmak
- Emisyon değerlerini düşürmek
- Olası arızaları önceden tespit etmek
- Enjektör ve motor ömrünü uzatmak

3. Bakım Öncesi Hazırlıklar

Bakım işlemine başlamadan önce aşağıdaki hazırlıklar yapılmalıdır:

Gerekli Araç ve Gereçler

- Enjektör test ve ayar tezgâhı
- Arıza tespit cihazı (diagnostik cihaz)
- Multimetre
- Ultrasonik temizleme cihazı
- Temizlik sıvıları
- El aletleri
- Koruyucu ekipmanlar

İş Güvenliği Önlemleri

- Koruyucu gözlük kullanılmalıdır.
- Yakıtla çalışırken açık alev bulundurulmamalıdır.
- Yakıt basıncı güvenli şekilde boşaltılmalıdır.
- Elektrik bağlantıları kontrol edilmelidir.
- Çalışma alanı havalandırılmalıdır.

4. Periyodik Bakım Aşamaları

4.1 Görsel Kontrol

Bakımın ilk aşaması görsel incelemedir.

Kontrol edilen noktalar:

- Yakıt kaçakları
- Enjektör gövdesindeki hasarlar
- Elektrik soketleri
- Kablo tesisatı
- Conta ve bağlantı elemanları

Tespit edilen kusurlar kayıt altına alınmalıdır.

4.2 Yakıt Sistemi Kontrolü

Yakıt sistemi enjektörlerin sağlıklı çalışması için büyük önem taşır.

Kontroller:

- Yakıt filtresinin durumu
- Yakıt pompası performansı
- Yakıt hattı bağlantıları
- Yakıt basıncı

4.3 Elektriksel Kontroller

Bobin Direnci Ölçümü

Amaç: Enjektör bobininin sağlamlığını kontrol etmektir.

İşlem:

1. Elektrik bağlantısı sökülür.
2. Multimetre ile direnç ölçülür.
3. Sonuç katalog değerleriyle karşılaştırılır.

Soket ve Kablo Kontrolü

Kontrol edilen durumlar:

- Oksitlenme
- Kırık kablolar
- Gevşek bağlantılar
- İzolasyon hasarları

4.4 Arıza Kodu Kontrolü

Diagnostik cihaz yardımıyla ECU hafızasındaki hata kodları okunur.

Kontrol edilenler:

- Enjektör devre arızaları
- Silindir düzensizlikleri
- Yakıt basıncı hataları
- Yakıt sistemi arızaları

Arıza kodları bakım formuna kaydedilir.

4.5 Enjektör Temizliği

Kimyasal Temizlik

Yakıt sistemine özel temizleyici katkıları uygulanabilir.

Amaç:

- Karbon birikintilerini gidermek
- Püskürtme kalitesini artırmak
- Yakıt kanallarını temizlemek

Ultrasonik Temizlik: Bu yöntem hassas ve etkili bir temizleme sağlar.

Ultrasonik temizleme cihazında:

- Meme uçları temizlenir.
- Yakıt geçiş kanalları açılır.
- Tortular giderilir.

4.6 Test Tezgâhında Kontroller

Bakım sırasında enjektörler test tezgâhında kontrol edilir.

Debi Testi

Amaç: Püskürtülen yakıt miktarının ölçülmesi.

Değerlendirme:

- Tüm enjektörlerin debileri birbirine yakın olmalıdır.
- Üretici toleransları içinde olmalıdır.

Püskürtme Deseni Testi

Amaç: Yakıtın atomizasyon kalitesini değerlendirmektir.

İstenen sonuç:

- Homojen püskürtme
- İnce sisleme
- Damlama olmaması

Geri Dönüş Testi

Amaç:

İç kaçakların kontrol edilmesidir.

Fazla geri dönüş miktarı aşınma belirtisidir.

Sızdırmazlık Testi

Amaç:

Yakıt kaçaklarını belirlemektir.

Kaçak tespit edilirse ilgili parçalar değiştirilir.

5. Bakım Sırasında Değiştirilebilecek Parçalar

Aşınma veya hasar durumunda aşağıdaki parçalar yenilenebilir:

- O-ringler
- Conta takımları
- Bakır pullar
- Elektrik bağlantı elemanları
- Filtre elemanları
- Meme ucu (gerektiğinde)

6. Bakım Sonrası Kontroller

Bakım tamamlandıktan sonra aşağıdaki işlemler yapılır:

- Enjektörler tekrar test edilir.
- Arıza kodları silinir.
- Motor çalıştırılarak performans kontrol edilir.
- Yakıt sızıntısı olup olmadığı incelenir.
- Rölanti ve egzoz değerleri gözlemlenir.

7. Periyodik Bakım Periyotları

Bakım aralıkları araç üreticisinin tavsiyelerine göre değişiklik gösterebilir.

Bakım İşlemi	Önerilen Periyot
Yakıt filtresi kontrolü	10.000 – 20.000 km
Yakıt filtresi değişimi	20.000 – 40.000 km
Enjektör temizliği	40.000 – 60.000 km
Test tezgâhı kontrolü	80.000 – 100.000 km
Kapsamlı enjektör bakımı	100.000 km ve üzeri

8. Periyodik Bakımın Faydaları

- Motor daha verimli çalışır.
- Yakıt tüketimi azalır.
- Egzoz emisyonları düşer.
- Arıza riski azalır.
- Motor performansı korunur.
- Enjektörlerin kullanım ömrü uzar.
- Bakım ve onarım maliyetleri düşer.

9. Bakımda Dikkat Edilecek Hususlar

- Kaliteli yakıt kullanılmalıdır.
- Yakıt filtresi zamanında değiştirilmelidir.
- Orijinal veya üretici onaylı yedek parçalar kullanılmalıdır.
- Enjektörler sökülürken temiz çalışma ortamı sağlanmalıdır.
- Test sonuçları kayıt altına alınmalıdır.
- Kalibrasyon işlemleri yetkili ekipmanlarla yapılmalıdır.

ELEKTRONİK KONTROLLÜ ENJEKTÖRLERİN TEZGÂHTA AYARLARI

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, motor kontrol ünitesi (ECU) tarafından yönetilen ve yakıtın silindirlere doğru miktarda, doğru zamanda ve uygun basınçta püskürtülmesini sağlayan hassas yakıt sistemi elemanlarıdır.

2. Tezgâhta Ayarın Amacı

Enjektör ayar işlemlerinin amaçları şunlardır:

- Yakıt püskürtme miktarını kontrol etmek
- Püskürtme kalitesini iyileştirmek
- Açma ve kapanma karakteristiklerini doğrulamak
- Silindirler arası yakıt dengesini sağlamak
- Yakıt tüketimini azaltmak
- Motor performansını artırmak
- Emisyon değerlerini düşürmek

3. Enjektör Ayar Tezgâhı

Enjektör ayar tezgâhı, enjektörlerin çalışma koşullarını simüle ederek test ve kalibrasyon yapılmasını sağlayan cihazdır.

Tezgâhın Ana Bölümleri

- Yakıt deposu
- Yüksek basınç pompası
- Basınç kontrol sistemi
- Elektronik kontrol ünitesi
- Ölçüm silindirleri
- Test bağlantıları
- Bilgisayar ve analiz yazılımı
- Kalibrasyon modülü

4. Ayar Öncesi Hazırlıklar

Ayara başlamadan önce aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

Enjektörün Hazırlanması

- Dış yüzey temizlenir.
- Soket ve bağlantılar kontrol edilir.
- Hasarlı parçalar tespit edilir.
- Enjektör kodu ve teknik bilgileri belirlenir.

Tezgâhın Hazırlanması

- Test sıvısı seviyesi kontrol edilir.
- Filtrelerin temizliği yapılır.
- Basınç sistemi kontrol edilir.
- Yazılım güncelliği doğrulanır.
- Kalibrasyon kontrol edilir.

5. Tezgâhta Yapılan Ayarlar

5.1 Debi (Yakıt Miktarı) Ayarı

Amaç: Enjektörün belirli çalışma koşullarında püskürttüğü yakıt miktarını üretici değerlerine getirmektir.

İşlem

1. Enjektör test tezgâhına bağlanır.
2. Belirlenen test programı çalıştırılır.
3. Ölçüm kaplarındaki yakıt miktarı incelenir.
4. Değerler referans verilerle karşılaştırılır.

Sonuç

- Yakıt miktarı tolerans sınırları içinde olmalıdır.
- Silindirler arasında belirgin fark bulunmamalıdır.

5.2 Açma Basıncı Ayarı

Amaç: Enjektörün püskürtmeye başladığı basıncı standart değerlere getirmektir.

İşlem

- Basınç kademeli olarak artırılır.
- Enjektörün açılma noktası belirlenir.
- Gerekirse ayar pulları veya kalibrasyon elemanları değiştirilir.

Önemi

Doğru açma basıncı:

- Düzgün yanma sağlar.
- Yakıt tüketimini azaltır.
- Motor performansını artırır.

5.3 Geri Dönüş Miktarı Ayarı

Amaç: Enjektör içindeki kaçakların kabul edilebilir sınırlar içinde olmasını sağlamaktır.

İşlem

- Geri dönüş hattındaki yakıt miktarı ölçülür.
- Referans değerlerle karşılaştırılır.

Değerlendirme

Aşırı geri dönüş;

- İç aşınma,
- Valf kaçakları,
- İğne aşınması gibi sorunları gösterir.

5.4 Püskürtme Deseni Ayarı

Amaç: Yakıtın meme ucundan düzgün ve homojen şekilde püskürtülmesini sağlamaktır.

Kontrol Edilen Özellikler

- Püskürtme açısı
- Yakıt dağılımı
- Sisleme kalitesi
- Damlama durumu

İdeal Püskürtme

- Simetrik dağılım
- İnce zerrecikler
- Kesintisiz püskürtme
- Damlama olmaması

5.5 Sızdırmazlık Ayarı ve Kontrolü

Amaç: Enjektörün kapalı konumda yakıt kaçırmamasını sağlamaktır.

İşlem

- Belirli test basıncı uygulanır.
- Meme ucunda damlama olup olmadığı gözlenir.

Sonuç

- Kaçak olmamalıdır.
- Basınç kaybı oluşmamalıdır.

5.6 Elektronik Kalibrasyon

Modern Common Rail sistemlerinde elektronik kalibrasyon işlemi yapılır.

Kalibrasyonun Amacı

- ECU ile enjektör uyumunu sağlamak
- Yakıt düzeltme değerlerini ayarlamak
- Üretim toleranslarını telafi etmek

Yapılan İşlemler

- Enjektör karakteristiklerinin ölçülmesi
- Kodun ECU'ya tanıtılması
- Kalibrasyon kodunun oluşturulması

6. Kalibrasyon Kodları

Elektronik kontrollü enjektörlerde üretici tarafından tanımlanan kalibrasyon kodları bulunur.

Bu kodlar:

- IMA Kodu
- C2I Kodu
- QR Kodu
- ISA Kodu

şeklinde adlandırılabilir.

Görevleri

- Enjektör toleranslarını belirtmek
- Yakıt düzeltme değerlerini belirlemek
- ECU'nun hassas kontrol yapmasını sağlamak

7. Ayar Sonrası Kontroller

Ayar işlemi tamamlandıktan sonra aşağıdaki kontroller yapılır:

- Debi testi tekrarlanır.
- Geri dönüş miktarı ölçülür.
- Açma basıncı doğrulanır.
- Sızdırmazlık testi yapılır.
- Püskürtme deseni kontrol edilir.
- Kalibrasyon raporu oluşturulur.

8. Ayar Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kontrol Noktası	Kabul Kriteri
Yakıt debisi	Tolerans içinde olmalı
Açma basıncı	Üretici değerine uygun olmalı
Püskürtme şekli	Homojen olmalı
Geri dönüş miktarı	Sınırlar içinde olmalı
Sızdırmazlık	Kaçak olmamalı
Elektronik kalibrasyon	Başarılı olmalı

9. Tezgâhta Ayar Yapılırken Dikkat Edilecek Hususlar

- Test cihazının kalibrasyonu güncel olmalıdır.
- Üretici teknik verileri kullanılmalıdır.
- Test sıvısı temiz olmalıdır.
- Basınç değerleri dikkatle takip edilmelidir.
- Elektrik bağlantıları doğru yapılmalıdır.
- Enjektörler temiz ortamda çalıştırılmalıdır.
- Sonuçlar kayıt altına alınmalıdır.

10. Tezgâhta Ayarın Faydaları

Tezgâhta yapılan doğru ayarlar sayesinde:

- Motor performansı artar.
- Yakıt tüketimi azalır.
- Egzoz emisyonları düşer.
- Silindirler arasında denge sağlanır.
- Enjektör ömrü uzar.
- Arıza riski azalır.
- Motor daha sessiz ve düzenli çalışır.

ELEKTRONİK KONTROLLÜ ENJEKTÖRLERİN PERFORMANS TESTİ

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, motor kontrol ünitesi (ECU) tarafından yönetilen ve yakıtın yanma odasına belirlenen miktar, zaman ve basınçta püskürtülmesini sağlayan hassas yakıt sistemi elemanlarıdır.

2. Performans Testinin Amacı

Elektronik kontrollü enjektör performans testinin amaçları şunlardır:

- Enjektörün çalışma verimini belirlemek
- Yakıt püskürtme miktarını ölçmek
- Püskürtme kalitesini değerlendirmek
- İç kaçakları tespit etmek
- Elektriksel ve mekanik arızaları belirlemek
- Motor performansını etkileyen sorunları ortaya çıkarmak
- Enjektörün üretici standartlarına uygunluğunu doğrulamak

3. Performans Testinde Kullanılan Ekipmanlar

Performans testleri için aşağıdaki ekipmanlardan yararlanılır:

Test ve Ölçüm Ekipmanları

- Enjektör test ve ayar tezgâhı
- Basınç ölçüm cihazları
- Diagnostik (arıza tespit) cihazı
- Bilgisayar destekli test yazılımı
- Multimetre
- Ölçüm silindirleri
- Osiloskop

4. Test Öncesi Hazırlıklar

Performans testinden önce aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmelidir:

Enjektör Kontrolleri

- Dış yüzey temizliği yapılır.
- Hasarlı parçalar kontrol edilir.
- Elektrik bağlantıları incelenir.
- Kalibrasyon kodu doğrulanır.

Test Tezgâhı Kontrolleri

- Test sıvısı seviyesi kontrol edilir.
- Basınç sistemi kontrol edilir.
- Filtrelerin temizliği sağlanır.
- Yazılım ve cihaz kalibrasyonu doğrulanır.

5. Elektriksel Performans Testleri

5.1 Bobin Direnci Testi

Amaç: Enjektör bobininin elektriksel sağlamlığını kontrol etmektir.

İşlem

1. Enjektör soketi ayrılır.
2. Multimetre ile direnç ölçülür.
3. Sonuç katalog değerleri ile karşılaştırılır.

Değerlendirme

- Normal değerler içinde olmalıdır.
- Çok düşük veya yüksek direnç arıza göstergesidir.

5.2 Tetikleme ve Tepki Süresi Testi

Amaç: Enjektörün ECU komutlarına verdiği tepkiyi ölçmektir.

Kontrol Edilen Değerler

- Açılma süresi
- Kapanma süresi
- Tepki hızı
- Elektrik sinyali kalitesi

Kullanılan Cihaz

- Osiloskop
- Test tezgâhı yazılımı

6. Yakıt Performans Testleri

6.1 Debi (Yakıt Miktarı) Testi

Amaç: Enjektörün belirli süre içerisinde püskürttüğü yakıt miktarını ölçmektir.

İşlem

- Enjektör farklı çalışma koşullarında test edilir.
- Ölçüm kaplarındaki yakıt miktarı değerlendirilir.

Değerlendirme

- Üretici değerlerine uygun olmalıdır.
- Enjektörler arasında aşırı fark olmamalıdır.

6.2 Maksimum Debi Testi

Amaç: Tam yük koşullarında enjektör performansını belirlemektir.

Sonuç

- Maksimum püskürtme kapasitesi ölçülür.
- Yetersiz debi performans kaybına neden olur.

6.3 Rölanti Debi Testi

Amaç: Düşük yük koşullarında püskürtme hassasiyetini değerlendirmektir.

Önemi

- Düzgün rölanti çalışmasını sağlar.
- Yakıt ekonomisini etkiler.

7. Püskürtme Kalitesi Testleri

7.1 Püskürtme Deseni Testi

Amaç: Yakıtın meme ucundan çıkış şeklini değerlendirmektir.

İdeal Püskürtme Özellikleri

- Homojen dağılım
- Simetrik püskürtme
- İnce sisleme
- Damlama olmaması

Arıza Belirtileri

- Tek taraflı püskürtme
- Düzensiz dağılım
- Kalın damlacık oluşumu

7.2 Atomizasyon Testi

Amaç: Yakıtın ne kadar ince parçacıklara ayrıldığını ölçmektir.

Önemi

İyi atomizasyon:

- Daha verimli yanma sağlar.
- Emisyonları düşürür.
- Yakıt tüketimini azaltır.

8. Sızdırmazlık ve Kaçak Testleri

8.1 Sızdırmazlık Testi

Amaç: Enjektör kapalı durumda iken yakıt kaçırp kaçırmadığını kontrol etmektir.

Değerlendirme

- Kaçak olmamalıdır.
- Basınç düşüşü gözlenmemelidir.

8.2 Geri Dönüş (Leak-Off) Testi

Amaç: Enjektör içerisindeki iç kaçakları belirlemektir.

İşlem

- Geri dönüş hattındaki yakıt miktarı ölçülür.

Sonuç

Aşırı geri dönüş miktarı;

- İğne aşınması,
- Valf aşınması,
- İç kaçaklar

olduğunu gösterebilir.

9. Basınç Performans Testleri

9.1 Açma Basıncı Testi

Amaç: Enjektörün püskürtmeye başladığı basıncı ölçmektir.

Önemi

Doğru açma basıncı:

- Verimli yanma sağlar.
- Motor performansını artırır.

9.2 Yüksek Basınç Dayanım Testi

Amaç: Enjektörün yüksek çalışma basınçlarında güvenilirliğini değerlendirmektir.

Değerlendirme

- Basınç altında kaçak olmamalıdır.
- Performans düşüklüğü görülmemelidir.

10. Performans Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Test Türü	Kabul Kriteri
Bobin direnci	Standart değerlerde olmalı
Debi testi	Tolerans sınırları içinde olmalı
Maksimum debi	Üretici değerine uygun olmalı
Püskürtme deseni	Homojen olmalı
Atomizasyon	İnce ve düzenli olmalı
Geri dönüş testi	Sınırlar içinde olmalı
Açma basıncı	Referans değerde olmalı
Sızdırmazlık testi	Kaçak olmamalı

11. Performans Düşüklüğünün Nedenleri

- Meme tıkanıklığı
- Yakıt kirliliği
- Bobin arızaları
- İç kaçaklar
- İğne aşınması
- Elektrik bağlantı problemleri
- Yanlış kalibrasyon
- Düşük yakıt basıncı

12. Performans Testinin Faydaları

Performans testleri sayesinde:

- Arızalar erken tespit edilir.
- Yakıt tüketimi azaltılır.
- Motor gücü korunur.
- Egzoz emisyonları düşürülür.
- Bakım maliyetleri azaltılır.
- Enjektör ömrü uzatılır.
- Motorun güvenilirliği artırılır.

ELEKTRONİK KONTROLLÜ ENJEKTÖRLERİN DİAGNOSTİK CİHAZI İLE KONTROLLERİ

1. Giriş

Elektronik kontrollü enjektörler, motor kontrol ünitesi (ECU) tarafından yönetilen ve yakıtın silindirlere hassas bir şekilde püskürtülmesini sağlayan önemli yakıt sistemi elemanlarıdır.

2. Diagnostik Cihaz Nedir?

Diagnostik cihaz; araç üzerindeki elektronik kontrol sistemleriyle iletişim kurarak hata kodlarını okuyan, canlı verileri görüntüleyen, test ve kalibrasyon işlemlerini gerçekleştiren elektronik bir kontrol cihazıdır.

Diagnostik Cihazın Görevleri

- Arıza kodlarını okumak
- Arıza kodlarını silmek
- Canlı verileri izlemek
- Enjektör testlerini gerçekleştirmek
- Kalibrasyon ve kodlama işlemlerini yapmak
- Sistem performansını değerlendirmek

3. Elektronik Kontrollü Enjektör Sisteminin Yapısı

Sistemin temel bileşenleri şunlardır:

- Motor Kontrol Ünitesi (ECU)
- Elektronik kontrollü enjektörler
- Yakıt pompası
- Common Rail (ortak yakıt hattı)
- Basınç sensörleri
- Sıcaklık sensörleri
- Kablo tesisatı ve bağlantılar

4. Diagnostik Kontrolün Amaçları

Diagnostik kontrol işlemleri aşağıdaki amaçlarla yapılır:

- Enjektör arızalarını belirlemek
- Elektriksel sorunları tespit etmek
- Yakıt sistemi performansını değerlendirmek
- Silindirler arası dengesizlikleri incelemek
- Kalibrasyon doğrulaması yapmak
- Motor arıza lambasının nedenini belirlemek

5. Diagnostik Kontrol Öncesi Hazırlıklar

Gerekli Ekipmanlar

- Diagnostik cihaz
- Araç bağlantı kablosu
- Teknik servis verileri
- Akü destek ünitesi (gerektiğinde)

Ön Hazırlıklar

1. Akü voltajı kontrol edilir.
2. Araç güvenli şekilde park edilir.
3. Kontak açılır.
4. Diagnostik cihaz OBD bağlantısına takılır.
5. Araç bilgileri sisteme girilir.

6. Arıza Kodlarının (DTC) Kontrolü

Arıza Kodu Okuma İşlemi: Diagnostik cihaz aracılığıyla ECU hafızasındaki hata kodları okunur.

Yaygın Enjektör Arıza Kodları

Kod	Açıklama
P0201	1. silindir enjektör devresi arızası
P0202	2. silindir enjektör devresi arızası
P0203	3. silindir enjektör devresi arızası
P0204	4. silindir enjektör devresi arızası
P0261	Düşük enjektör sürme sinyali
P0264	Enjektör performans hatası
P2146	Enjektör güç devresi arızası

Dikkat Edilecek Hususlar

- Arıza kodları tek başına kesin teşhis sağlamaz.
- Kodlar diğer testlerle doğrulanmalıdır.

7. Canlı Veri (Live Data) Kontrolleri

Diagnostik cihaz sayesinde motor çalışırken sistem verileri anlık olarak izlenebilir.

İzlenebilen Parametreler

- Rail yakıt basıncı
- Enjektör püskürtme süresi
- Yakıt sıcaklığı
- Motor devri
- Akü voltajı
- Motor yükü
- Yakıt düzeltme değerleri

Önemi

Canlı veriler sayesinde arızalar çalışma sırasında gözlemlenebilir.

8. Enjektör Dengeleme (Balance) Testi

Amaç: Silindirlerin eşit güç üretilip üretilmediğini kontrol etmektir.

İşlem

- Diagnostik cihaz belirli bir enjektörü geçici olarak devre dışı bırakır.
- Motor devrindeki değişiklik gözlemlenir.
- Tüm silindirler sırayla test edilir.

Sonuç

- Büyük farklılıklar arızalı enjektöre işaret edebilir.
- Silindir performans farklılıkları tespit edilir.

9. Yakıt Düzeltme Değerlerinin Kontrolü

ECU, her enjektör için düzeltme değerleri oluşturur.

Kontrol Edilen Veriler

- Enjektör düzeltme miktarı
- Silindir katkı oranları
- Yakıt dengeleme değerleri

Değerlendirme

Normal sınırların dışındaki değerler:

- Enjektör aşınması
- Tıkanıklık
- İç kaçak

10. Rail Basınç Kontrolü

Amaç: Yakıt sistemindeki basınç durumunu değerlendirmektir.

Kontrol Edilen Değerler

- İstenen rail basıncı
- Basınç regülatörü çalışması
- Gerçek rail basıncı

Arıza Belirtileri

- Basınç dalgalanması
- Yüksek basınç sapmaları
- Düşük basınç

11. Aktüatör (Çıkış) Testleri

Diagnostik cihazlar enjektörleri doğrudan çalıştırabilir.

Amaç: Enjektörlerin elektriksel olarak çalışıp çalışmadığını kontrol etmektir.

Test İşlemi

- Her enjektör ayrı ayrı tetiklenir.
- Çalışma sesi ve tepki kontrol edilir.
- ECU ile iletişim doğrulanır.

Faydaları

- Bobin arızaları belirlenebilir.
- Elektrik bağlantıları kontrol edilir.

12. Enjektör Kodlama ve Kalibrasyon Kontrolü

Modern Common Rail sistemlerinde her enjektörün özel kalibrasyon kodu bulunur.

Kodlama İşlemi

- Yeni enjektör takıldığında ECU'ya tanıtılır.
- Diagnostik cihaz ile kod girilir.
- ECU yeni değerleri hafızaya alır.

Kullanılan Kod Türleri

- IMA Kodu
- C2I Kodu
- ISA Kodu
- QR Kodları

13. Diagnostik Kontrol Sonrası İşlemler

Kontroller tamamlandıktan sonra:

- Arıza kodları değerlendirilir.
- Gerekli onarımlar yapılır.
- Hata kodları silinir.
- Yol testi uygulanır.
- Canlı veriler tekrar kontrol edilir.
- Sonuçlar servis raporuna kaydedilir.

14. Diagnostik Kontrollerin Avantajları

Diagnostik cihaz kullanmanın faydaları:

- Hızlı arıza tespiti sağlar.
- Zamandan tasarruf sağlar.
- Gereksiz parça değişimini önler.
- Motor performansını artırır.
- Bakım maliyetlerini azaltır.
- Arızaların erken teşhis edilmesini sağlar.

15. Diagnostik Kontrollerde Dikkat Edilecek Hususlar

- Akü voltajı yeterli olmalıdır.
- Doğru araç modeli seçilmelidir.
- Güncel yazılım kullanılmalıdır.
- Arıza kodları yorumlanırken teknik veriler dikkate alınmalıdır.
- Diagnostik sonuçlar mekanik testlerle desteklenmelidir.

