

TCDD İŞLETMESİ'NDE ENÇOK KULLANILAN
LOKOMOTİFLERİN MOTOR VE ARIZALARININ
TANITIMI İLE SÖZKONUSU MOTORLARIN BAZI
PARÇALARININ TÜRKİYE'DE İMAL EDİLMESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Erhan Gör

Yüksek Lisans Tezi

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

1991

TCDD İŞLETMESİ'NDE ENÇOK KULLANILAN LOKOMOTİFLERİN MOTOR •
VE ARIZALARININ TANITIMI İLE SÖZKONUSU MOTORLARIN BAZI
PARÇALARININ TÜRKİYE'DE İMAL EDİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Erhan Gör

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Enerji Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof.Dr. Battal Kuşhan

Ağustos-1991

Erhan Gör'ün YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "TCDD İşletmesi'nde Ençok Kullanılan Lokomotiflerin Motor ve Arızalarının Tanıtımı ile Söz konusu Motorların Bazı Parçalarının Türkiye'de İmal Edilmesi Üzerine Bir Araştırma" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

08/10/1991

Üye : Prof. Dr. Battal KUŞHAN (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Erdoğan FIRATLI

Üye : Prof. Dr. Kemal TANER

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun EKİM 1991
gün ve 29.1.26.. sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı, TCDD İşletmesi'nde en çok kullanılan DE 24000, DE 22000 ve DE 11000 tipi lokomotiflerin motorlarının ve motor arızalarının tanıtımı ve motor parçalarının Türkiye'deki üretim durumlarını incelemektir.

Tezde önce, sözkonusu lokomotiflerin en genel özellikleriyle, motorlarının bazı ana parçaları tanıtılmış, daha sonra motorların genel arızaları belirtilmiştir. En son olarak da, incelenen motor parçalarının yerli üretim durumları incelenmiştir.

Sonuç olarak motor parçalarından çoğunun Türkiye'de üretildiği, üretilmeyenlerin ise teknoloji eksikliğinden veya pazar payının düşük olmasından üretilmediği belirlenmiştir.

SUMMARY

The purpose of this study is introducing engines and engine breakdowns of DE 24000, DE 22000 and DE 11000 type locomotives which are widely used by "TCDD İşletmesi" and analyzing the production situation of engine parts in Turkey. Thus main parts of the engines are presented in this study first and then general engine breakdown are defined. Finally the production situation of engine parts are analyzed.

As a result it is determined that most of the engine parts have been produced in Turkey and the others have not been produced because of the lack of technology or low market share.

Bu tezin hazırlanmasında bana büyük emeği geğen değerli hocam sayın Prof.Dr. Battal Kuşhan'a, benden manevi desteğini esirgemeyen eşime, işyeri amirlerime ve mesai arkadaşlarımaya teşekkür etmeyi bir borę bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Lokomotiflerin Genel Çalışma Prensipleri....	1
1.2. Lokomotiflerin Ana Aksamaları.....	2
1.2.1. Akü	4
1.2.2. Kumanda mahalli (markiz)	4
1.2.3. Role dolabı veya elektronik pano ...	5
1.2.4. Enversör ve kontaktörler	6
1.2.5. Redresör	6
1.2.6. Alternatör	6
1.2.7. Dizel motoru	7
1.2.8. Soğutma hücresi	7
1.2.9. Kompresör	7
1.2.10. Bojiler	8
1.2.11. Şase ve kaportalar	8
1.2.12. Yakıt deposu	8
1.3. Lokomotif Motorlarının Ana Parçaları	9
2. DE 24000 TİPİ LOKOMOTİFLER	10
2.1. Lokomotif ile İlgili Genel Bilgiler	10
2.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri	12
2.2.1. Krank mili	14
2.2.2. Kam mili (Eksantrik)	15
2.2.3. Silindir gömleği ve su ceketini	16
2.2.4. Silindir başlığı ve subaplar	19
2.2.5. Türbokompresörler	24
2.2.6. Yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler	26
2.2.7. Regülatör	31
2.2.8. Piston ve segmanlar	32
3. DE 11000 TİPİ LOKOMOTİFLER	35
3.1. Lokomotif ile İlgili Genel Bilgiler	35
3.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri	37
3.2.1. Krank mili	38
3.2.2. Kam mili (Eksantrik)	38

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.3. Silindir başlığı ve subaplar	40
3.2.4. Eksoz türbokompresörü	40
3.2.5. Yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler	45
3.2.6. Regülatör	50
3.2.7. Piston ve segmanlar	52
4. DE 22000 TİPİ LOKOMOTİFLER	54
4.1. Lokomotif İle İlgili Genel Bilgiler	54
4.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri	56
4.2.1. Krank mili	57
4.2.2. Kam mili (Eksantrik)	57
4.2.3. Silindir başlığı ve subaplar	57
4.2.4. Silindir gömleği ve su ceketi	58
4.2.5. Blöver	58
4.2.6. Piston ve segmanlar	59
4.2.7. Enjektörler	59
4.2.8. Regülatör	60
5. LOKOMOTİF MOTORLARININ GENEL ARIZALARI VE NEDENLERİ	62
5.1. DE 24000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri	62
5.2. DE 11000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri	66
5.3. DE 22000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri	67
6. ÇEŞİTLİ LOKOMOTİF MOTOR PARÇALARININ TÜRKİYE'DEKİ İMALAT DURUMU	70
6.1. Krank Mili	70
6.2. Kam Mili (Eksantrik)	71
6.3. Silindir Gömleği ve Su Ceketi	71
6.4. Silindir Başlığı ve Subaplar	71
6.5. Türbokompresör veya Blöver	72
6.6. Yakıt Enjeksiyon Pompası ve Enjektörler ...	72
6.7. Regülatör	73
6.8. Piston ve Segmanlar	73

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR DİZİNİ	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Lokomotif Ana Aksamları ve Güç İletim Şekli ...	3
2.1. DE 24000 Tipi Anahat Lokomotifi	11
2.2. DE 24000 Tipi Lokomotiflerde Bulunan SEMT-PIELSTICK Motoru	11
2.3. SEMT-PIELSTICK Motorunun Boyutları	13
2.4. SEMT-PIELSTICK Motorunun Krank Mili	14
2.5. SEMT-PIELSTICK Motorunun Kam Mili Demontajı ...	16
2.6. SEMT-PIELSTICK Motorunda Silindir Gömleği-Su Ceketisi-Silindir Başlığı Grubunun Gövdeye Montajı	17
2.7. Silindir Başlığı ve Enjektörün Bağlama Şekilleri	20
2.8. Emme ve Eksoz Subapları ile Bagaların Kenar Açıkları	22
2.9. Subapların Taşlanması	23
2.10. Subap Ölçüleri	23
2.11. Bir Türbokompresörün Kesiti	24
2.12. SEMT-PIELSTICK Motorunda Türbokompresörlerin Silindirlere Bağlantısı	25
2.13. SEMT-PIELSTICK Motoru Enjeksiyon Pompası Kesiti	27
2.14. SEMT-PIELSTICK Motorunda Enjektörün Kesiti	29
2.15. SEMT-PIELSTICK Motorunda Piston ve Segmanların Durumu	33
3.1. DE 11000 Tipi Krauss Maffei Lokomotifi	36
3.2. DE 11000 Tipi Lokomotiflerde Bulunan MTU Motoru Krank Mili	39
3.3. MTU Motoru Silindir Başlığı	41
3.4. Silindir Başlığının Parça Dağılımı	42
3.5. MTU Motoruna Bağlanan Türbokompresör	43
3.6. Türbokompresörün Kesiti	44
3.7. MTU Motorunun Enjeksiyon Pompası	46
3.8. Enjeksiyon Pompasının Kesiti	47
3.9. MTU Motorundaki Enjektörün Silindir Başlığına Bağlanması	48
3.10. MTU Motoru Regülatörü	51
3.11. MTU Motorunda Piston ve Segmanların Durumu	53
4.1. DE 22000 Tipi General Motors Lokomotifi	55

KISALTMALAR DİZİNİ

TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
DE	Dizel elektrik
GM	General Motors
MTU	Motoren- und Turbinen Union
HS	Hispano Suiza
TÜLOMSAŞ	Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi A.Ş.
FF	Fransız Frangı
İF	İsviçre Frangı
TÜMOSAN	Türkiye Motor Sanayi A.Ş.
MO	İlk ölçü
LA	Faydalanılabilecek son ölçü
LR	Geri çevirme veya fabrika tamir sınır ölçüsü
M1	1. Kademenin ilk ölçüsü
M2	2. Kademenin ilk ölçüsü

1. GİRİŞ

Bu tezde Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları'nda kullanılan lokomotiflerin motorlarındaki bazı parçaların Türkiye'deki üretim durumları incelenmiştir. Bunun için de önce ençok kullanılan DE 24000, DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerin genel tanıtımı yapılarak motorlarındaki bazı parçalar tanıtılmış, ençok karşılaşılan motor arızaları belirtilmiş ve sözkonusu motor parçalarının Türkiye'de üretilip üretilmediği incelenerek üretilmeme sebepleri araştırılmıştır.

1.1. Lokomotiflerin Genel Çalışma Prensipleri

Motorlardan elde edilen ya da elektrikli tren ve lokomotifte olduğu gibi bir hattan alınan enerjinin yüksek değerde olması halinde bu gücü mekanik veya hidrolik sistemle, yani hidrolik şanzıman, mekanik şanzıman, kardan mili ve tahrik biyeli gibi dayanma kuvveti sınırlı parçalarla tekerleklerle nakletmek oldukça güçtür ve ekonomik değildir. Çünkü, güç arttıkça daha büyük hacim tutan ve daha ağır olan bir güç aktarma sistemi kullanmak mecburiyeti ortaya çıkmaktadır.

Bu konu üzerindeki uzun ve yoğun araştırmalar sonucunda, lokomotiflerde kullanılacak yüksek güçteki enerjinin tekerleklerle iletilmesi için elektrikle çalışan sistem kullanılmasının daha rantabl olduğu saptanmıştır.

Bu maksatla, dizel elektrik (DE) lokomotiflerde motordan sağlanan güç önce alternatör veya generatörde elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Elektrik enerjisi, elektrikle kumanda edilen tertibatlar aracılığı ile tekerleklerle kadar iletilmekte, böylece lokomotifin yürümesi sağlanmaktadır.

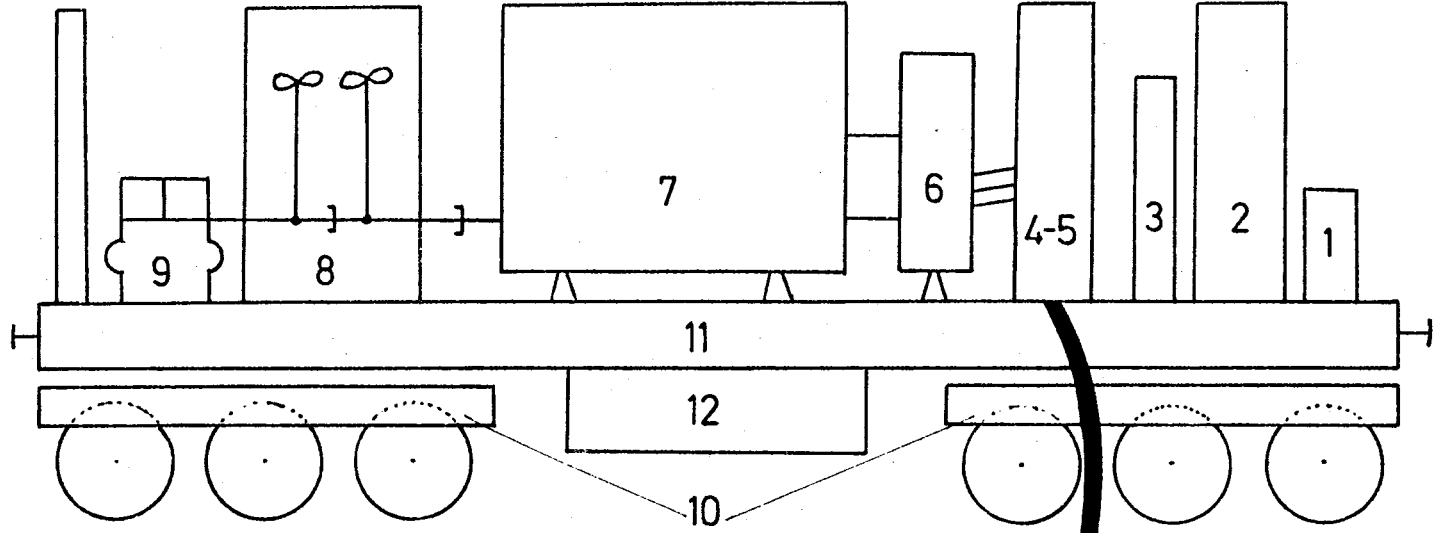
Dizel elektrikli lokomotiflerde elektrik enerjisi mekanik enerjiye, sonra elektrik enerjisine, sonra tekrar mekanik enerjiye dönüştürülerek tekerleklerle iletilir. Bu güç aktarımında aküden alınan elektrik enerjisi ile dizel motora marş yapılır. Böylece elektrik enerjisi mekanik enerjiye çevrilir. Dizel motor bir alternatör veya generatörü çalıştırır; mekanik enerji elek-

trik enerjisine dönüştürülmüş olur. Elektrik enerjisi kablolarla, redresörden geçtikten sonra alternatif akım doğru akıma çevrilerek her tekerlek üzerinde bulunan ve doğru akım motoru olan adına "cer motoru" denilen motorlara iletilir. İletilen bu doğru akım cer motor endüvisini, dolayısıyla endüvi miline bağlı olan dişliyi döndürür. "Pinyon dişli" de denilen bu dişli tekerlek üzerinde bulunan "Aks dişlisi"ni döndürerek tekerleğin dönmelerini sağlar. Dolayısıyla tüm tekerleklerin aynı anda dönmesi ile lokomotifin hareketi sağlanmış olur. Burada da elektrik enerjisi tekrar mekanik enerjiye çevrilmiştir.

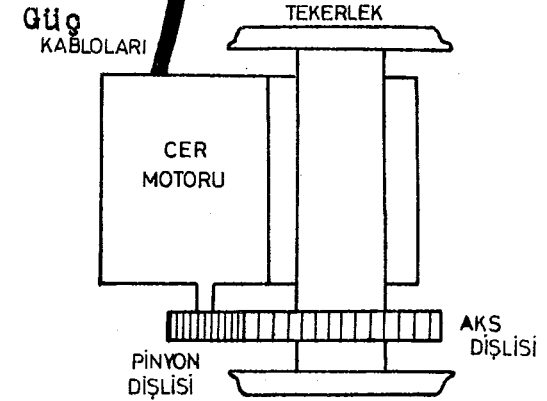
DE lokomotiflerde yön değiştirme elektrik kanunlarına göre olur. Elektrik kanunlarına göre, endüviye gelen akım yönü değiştirildiğinde endüvinin dönüş yönü de değişir. Bu ilkeden yararlanarak lokomotifin gidiş yönünü değiştirmek için cer motor endüktörüne giden akım yönü değiştirilir. Lokomotifte ileri-geri kolu veya düğmesi istenilen komuta getirildiğinde çeşitli kontaklar vasıtasıyla cer motorlarına giden akımın yönü değişmiş olur. Dolayısıyla lokomotifin hareket yönü de değişir.

1.2. Lokomotiflerin Ana Aksamaları

- 1- Akü
- 2- Kumanda mahalli (markiz)
- 3- Role dolabı veya elektronik pano
- 4- Enversör ve kontaktörler
- 5- Redresör
- 6- Alternatör
- 7- Dizel motoru
- 8- Soğutma hücresi
- 9- Kompresör
- 10- Bojiler
- 11- Şase ve kaportalar
- 12- Yakıt deposu



- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1-Akü | 9-Kompresör |
| 2-Kumanda mahali (markiz) | 10-Bojiler |
| 3-Röle dolabı veya Elektronik pano | 11-Sase ve Kaportalar |
| 4-Enversör ve Kontaktörler | 12-Yakıt deposu |
| 5-Redresör | |
| 6-Alternatör | |
| 7-Dizel motoru | |
| 8-Sogutma hücresi | |



Şekil 1.1. Lokomotif Ana Aksamaları ve Güç İletiminin Şematik Şekli

1.2.1. Akü

Her lokomotifte akü bölmesi bulunur. Bu bölmede birbirine seri bağlanmış durumda akü grupları bulunur. Bu akü grubu lokomotifin yardımcı devrelerini (emniyet, ikaz, ihbar devreleri) gösterge ışıklarını ve marş devresini besler.

1.2.2. Kumanda mahalli (markiz)

Lokomotiflerdeki kumanda mahalline demiryolculuk deyişimiyle "markiz" denir. Bu bölümde lokomotive kumanda etmek için gerekli elemanlar bulunur. Bu elemanlar şunlardır:

1- Lokomotive gaz vermek için (demiryolculukta böyle tabir edilir) kullanılan gaz kolu (DE 24000 tipi lokomotiflerde valse denilen direksiyon simidine benzeyen parça),

2- Lokomotifin ileri veya geri gitmesini ayarlayan ileri-geri kolu,

3- Lokomotive veya trene bağlı iken vagonlara fren yapmaya yarayan, kolla kumanda edilen fren tertibatı,

4- Totman "Ölüadam" denilen otomatik tren durdurma tertibatı (Bu tertibat makinistin ayağını bastığı bir pedalla çalışır. Makinist ayağını pedaldan çektikten yaklaşık 10 saniye sonra korna ile sesli ihbar verir ve makinisti uyarır. Makinist ayağını tekrar pedala basar. Şayet belirtilen sürede basmazsa tren otomatik olarak frene geçer ve durur. Bu sistem yolda makinistlerin uyumamaları için konmuştur.),

5- Lokomotifin seyir halinde iken süratini ve zamanı gösteren ve içinde bir yazıcı kalemin bunları kaydettiği bant bulunan kilometre saati (Makinistin yolda süratini belirlemesi için kilometre göstergesi ve herhangi bir olay olduğunda da makinistin belirtilen sürati yapıp yapmadığını kontrol etmek için de bant konmuştur.),

6- Havalı düdük tertibatı,

7- Motor yağ basınç manometresi,

8- Motor yakıt basınç manometresi,

9- Türbokompresör basınç manometresi (DE 22000'lik lokomotiflerde yoktur.),

10- Fren basınçlarını gösteren manometre (Lokomotifin veya trenin frende olup olmadığını belirlemek için komuştur.),

11- Batarya voltmetresi ve ampermetresi,

12- Lokomotifin çekiş gücünü gösteren ampermetre (Lokomotifin çekiş gücü çektiği akım ile orantılıdır.),

13- Bazı emniyet devrelerinin ışıklı göstergeleri ve ikaz, ihbar kornaları,

14- Dizel motor marş anahtarı,

15- Projektör ve sinyal anahtarları,

16- Havalı kumlama anahtarı (Lokomotif tekerlekleri patinaja girdiğinde kum püskürtmek için kullanılır.),

17- Alternatör ikazını kesen, açan ikaz anahtarı (Lokomotifin kendi kendine gazlanıp yürümemesi, emniyete alınması için kullanılır.),

18- Su hararetini gösteren hararet manometresi (DE 24000 tipi lokomotiflerde dizel motorun su çıkış borusu üzerindedir.),

19- Buzdolabı (Sadece DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde bulunur.),

20- Bazı emniyet devrelerinin sigortaları,

21- Dizel motoru soğutma suyu ile ısıtılan ısıtıcı radyatörler (DE 22000 tipi lokomotiflerde sıcak ve soğuk hava üfürücü elektrik motoru vardır.),

22- Cam silicileri, cam ısıtıcıları,

23- Makinist ve yardımcı makinistin oturması için birer koltuk (Kumanda mahallinde makinist sağ tarafa, yardımcı makinist sol tarafa oturur.),

Kumanda mahallinde yukarıda belirtilen parçaların dışında lokomotif tiplerine göre değişen bazı ilave parçalar da bulunur.

1.2.3. Role dolabı veya elektronik pano

Role dolabı sadece DE 24000 tipi lokomotiflerde bulunur ve içinde lokomotifin çalışması ve emniyeti ile ilgili elektrikli roleler bulunur. DE 11000 ve DE 22000 tipi loko-

motiflerde bu işlemi elektronik pano üzerinde bulunan elektronik kartlar yapar.

1.2.4. Enversör ve kontaktörler

Bu kısımda lokomotifin hareket yönünü (yani akım yönünü değiştiren) kontaklar ve elektriki devreler bulunur. Akünün şarjını sağlayan şarj regülatörü de bu bölümde bulunur. DE 24000 tipi lokomotiflerde cer motorlarını devreden çıkaran cer motor iptal kolları da bu bölümde bulunur. DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde cer motor iptal anahtarları elektronik pano üzerindedir (Cer motor iptal kolu veya anahtarı herhangi bir cer motorunda kaçak görülmesi halinde o cer motorunu devreden çıkarmak için kullanılır. DE 24000 tipi lokomotiflerde cer motorları 1-2, 3-4, 5-6 olarak ve DE 11000 tipi lokomotiflerde 1-2, 3-4 olarak seri bağlıdır. DE 22000 tipi lokomotiflerde ise cer motorları 1-4, 2-5, 3-6 olarak paralel bağlıdır.).

1.2.5. Redresör

Redresör bölmesinde alternatörün ürettiği alternatif akımı, cer motorlarının çalışma akımı olan doğru akıma çeviren elektriki devreler bulunur.

1.2.6. Alternatör

Her dizel elektrikli lokomotifte dizel motora direkt olarak bağlanmış bir alternatör bulunur. Alternatör dizel motorun elde etmiş olduğu mekanik enerjiyi elâstik kaplin bağlantısı ile elektrik enerjisine çevirir ve redresöre gönderir.

DE 24000 tipi lokomotiflerde ayrıca alternatörün üzerinde statodin denilen bir parça vardır. Bu parça lokomotif çalışmazken yardımcı devreleri besler ve marş esnasında alternatörün ikazını sağlar. Ayrıca üzerindeki bir başka parça ile de dizel motorun aşırı devire kaçmasını önler. DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde aşırı devir atma

kolu dizel motor üzerindedir ve motor aşırı devir değerine ulaşınca otomatik olarak atar ve dizel motoru stop ettirir.

1.2.7. Dizel motoru

Lokomotifin ana güç kaynağıdır. Diğer bölümlerde detaylı olarak her tip lokomotif motoru hakkında bilgi verilecektir.

1.2.8. Soğutma hücresi

DE 24000 tipi lokomotiflerde lokomotifin arkasına doğru yanlara yerleştirilen 34 adet radyatörden ve iki adet soğutucu fandan oluşan soğutma bölümü vardır. DE 22000 tipi lokomotiflerde yine arkaya doğru dört adet büyük parçadan oluşan ve lokomotifin üstüne yerleştirilen radyatör ile bunları alttan soğutan iki adet fan bulunur. DE 11000 tipi lokomotiflerde ise soğutucu fan bir adettir ve lokomotifin kısa olan tarafında bulunup küçük radyatör grubunu soğutur.

1.2.9. Kompresör

Lokomotifin marş yapması, regülatörün çalışması ve fren yapmak için ^{basıncı}havaya ihtiyaç vardır. Lokomotifte bu havayı kompresör sağlar. Dizel motor çalışmaya başladığı anda kompresör ^{basıncı}devreye üretmeye başlar. Üretilen hava lokomotif şaselerinin altında bulunan büyük ana hava depolarında (iki adettir) ve yardımcı hava deposunda (bir adettir) toplanır. Lokomotif dizel motoru çalışırken gereken hava bu depolardan sağlanır. Ayrıca lokomotifi durdurmak ve yürümezken yerinde tutmak için gerekli olan fren havası da buradan sağlanır.

Kompresör, dizel motora bağlı olarak çalışırken ürettiği havanın basıncı yaklaşık 10 Atmosferi geçtiği anda otomatik olarak boşa döner ve hava üretmez. Hava basıncı yaklaşık 8 Atmosferin altına düşünce de tekrar devreye girer ve hava üretip depolamaya başlar.

1.2.10. Bojiler

Her dizel elektrikli lokomotifte üzerindeki cer motorlarını taşıyan tekerlekler ile bazı darbe sönümleyici parçaların (amortisör, helezon yay gibi) bulunduğu ve demiryolculukta "boji" denilen tekerlek grubu bulunur. Genellikle dizel elektrikli lokomotiflerde iki boji bulunur. Üç bojili olan lokomotifler de vardır.

DE 24000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde 3 tekerlekli iki boji (toplam 6 cer motoru), DE 11000 tipi lokomotiflerde 2 tekerlekli iki boji (toplam 4 cer motoru) bulunur.

Bojiler üzerinde ayrıca fren anında tekerleklerle baskı yapan fren pabuçları ve taşıyıcı sistemi ile bunları harekete geçiren havalı fren silindirleri bulunur.

1.2.11. Şase ve kaportalar

Lokomotifin dizel motor, alternatör, soğutma sistemi, akü, kumanda mahalli, kompresör, elektriki devreler ve diğer elemanlarının üzerinde bulunduğu, bojiler, ana hava depoları ile yakıt deposunun altına bağlandığı kısımdır.

1.2.12. Yakıt deposu

Lokomotiflerin yakıt depoları şaselerinin altındadır ve lokomotif tiplerine göre değişik kapasiteleri vardır.

Yukarıda tanıtılan lokomotif ana aksamaları her lokomotifte bulunur. Ancak yeri kesinlikle değişmeyen aksamaların yanında konstrüksiyon gereği bazı aksamaların yeri lokomotif tipine göre değişir. Örneğin DE 24000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde kumanda mahalli lokomotifin ön kısmında iken DE 11000 tipi lokomotiflerde orta kısmındadır. Yine akü bölmesi DE 24000 tipi lokomotiflerde en ön kısmında iken DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerde şaseninin altında ve yakıt deposunun yanındadır. Buna karşılık dizel motoru ve alternatörün yeri bütün lokomotiflerde aynı yerde, ortada ve birbirine elâstik kaplin ile seri bağlıdır.

1.3. Lokomotif Motorlarının Ana Parçaları

- 1- Motor gövdesi
- (X) 2- Krank mili
- (X) 3- Kam mili (Eksantrik)
- (X) 4- Silindir gömleği ve su ceket
- (X) 5- Silindir başlığı ve subaplar
- 6- Yağ pompası
- 7- Su pompası
- 8- Yağ soğutucusu
- 9- Yağ filtresi
- 10- Titreşim damperi
- 11- Elâstik kaplin
- (X)12- Türbokompresör veya blöver
- (X)13- Yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler
- (X)14- Regülatör
- (X)15- Piston ve segmanlar
- 16- Biyel
- 17- Yataklar
- 18- Hava soğutucusu
- 19- Emme ve eksoz manifoldları

Bundan sonraki bölümlerde, yukarıda belirtilen motor parçalarından (X) işareti olanlar DE 24000, DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotif motorları için incelenecektir.

Tezde incelenen lokomotiflerin Şubat-1991 tarihi itibarıyla faal olarak çalışanlarının sayıları ise şöyledir:

1- DE 24000 tipi lokomotif sayısı	322
2- DE 11000 tipi lokomotif sayısı	85
3- DE 22000 tipi lokomotif sayısı	86

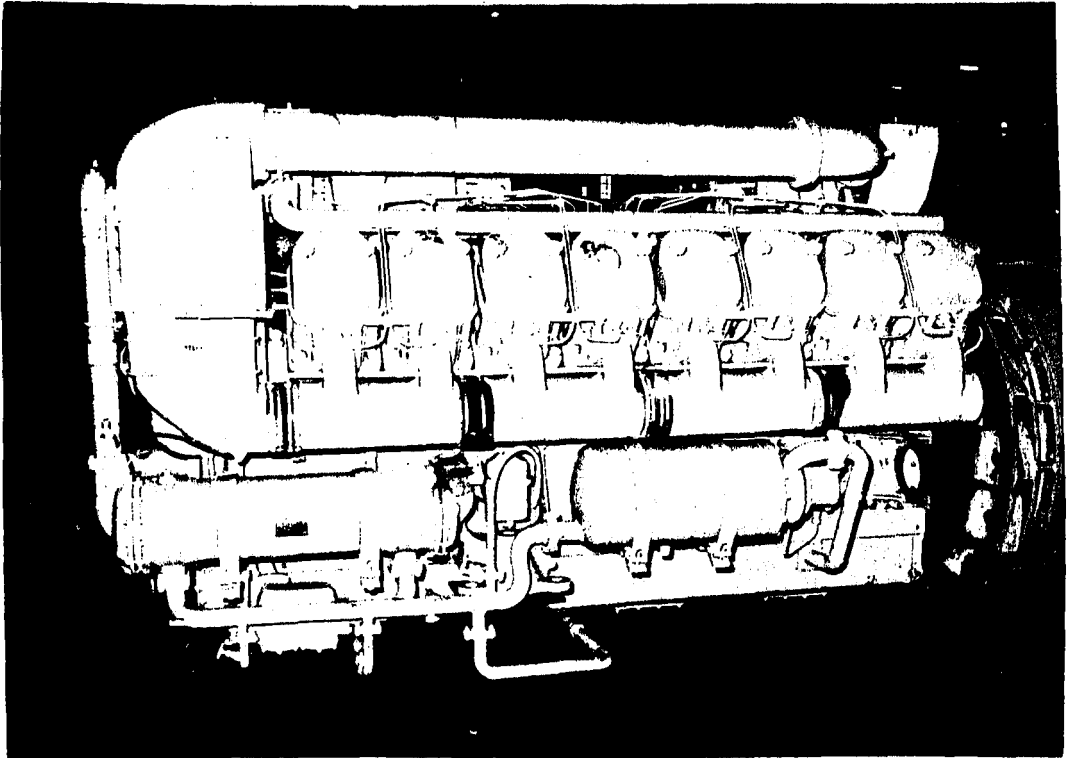
2. DE 24000 TİPİ LOKOMOTİFLER

2.1. Lokomotif İle İlgili Genel Bilgiler

Dingil tertibi	Co Co
Güç	2400 BG
Güç aktarma şekli	Elektrik
Fren	Westinghouse Oerlikon
Hava kompresörü tipi	Westinghouse 243 VC
Yapım yılı	1970
Dizel motorun güç aktarma şekli	Alternatör cer motorları ile
Cer motor adedi	6
Servis ağırlığı	112,8 ton
Azami dingil basıncı	18,8 ton
Tekerlek çapı	1100 mm
Yakıt deposu hacmi	4950 lt
Dizel motoru soğutma suyu miktarı	650 lt
Dizel motoru yağ miktarı	264 lt
Kum deposu kapasitesi	480 kg
Azami hızı	119 km/h
En küçük devamlı hızı	24,18 km/h
En dar kurp (viraj) yarıçapı	90 m



Şekil 2.1. DE 24000 Tipi Anahat Lokomotifi



Şekil 2.2. DE 24000 Tipi Lokomotiflerde Bulunan SEMT-PIELSTICK Motoru

2.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri

Tipi	SEMT-PIELSTICK PA4
Silindir şekli	V 90°
Zamanı	4
Silindir adedi	16
Silindir çapı	185 mm
Strok	210 mm
Silindir hacmi	5,65 lt
Sıkıştırma oranı	13,5/1
Kompresyon sonu. basıncı	16 bar
Kompresyon (rölantide-yakıtlı)	28 bar
Yanma sonu basıncı	110 bar
Bir silindir gücü	150 HP
Toplam güç	2400 HP
Rölanti devri	650 d/dk
Normal çalışma devri	1500 d/dk
Aşırı devri	1680 d/dk
Özgül yakıt sarfiyatı	170 gr/HPsaat
Özgül yağ sarfiyatı	2 gr/HPsaat
Piston ortalama hızı	10,5 m/s
Rölanti yağ basıncı (minimum)	1,5 bar
Tam güç yağ basıncı (normal)	5,5 bar
Kullanılan türbokompresör	2 adet HS 410 E1
Türbokompresör devri	28000-28500 d/dk
Türbokompresörün bastığı hava	12930 kg/saat (2'si)
Enjektör basıncı	240 bar

Ateşleme sırası

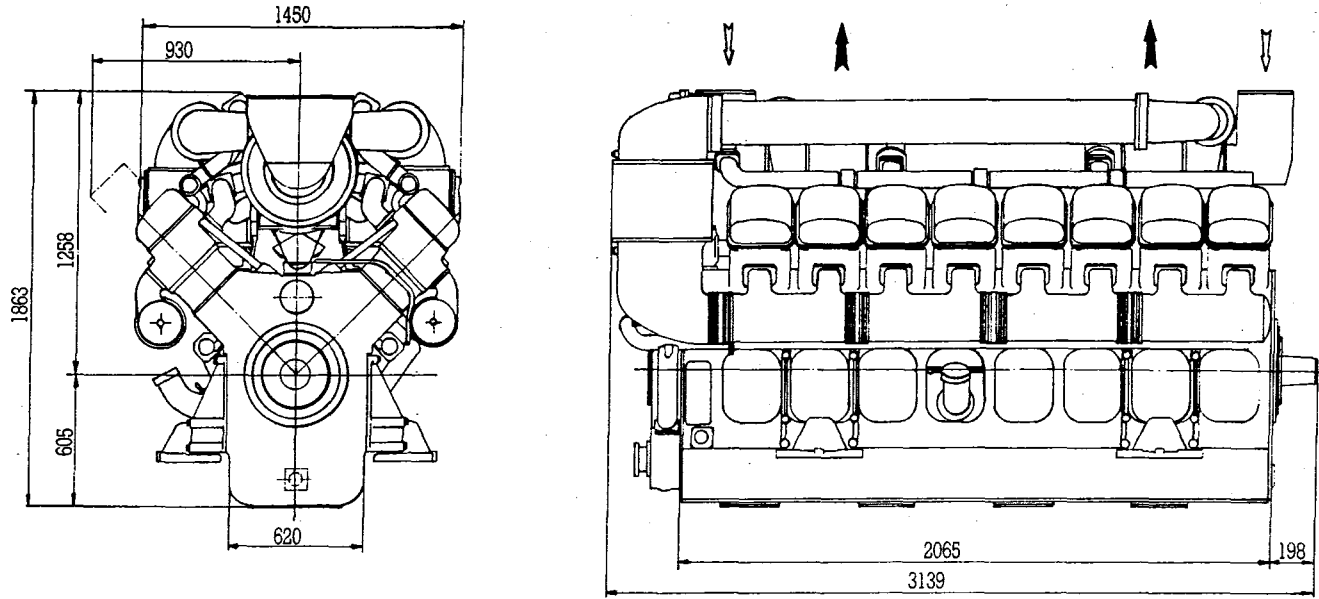
16-2-8-11-7-12-14-4-6-9-15-1-13-3-5-10

Subap açma zamanları

Emme supabı açılması	52° ÜÖN'dan önce
Emme supabı kapanması	34° AÖN'dan sonra
Eksoz supabı açılması	58° AÖN'dan önce
Eksoz supabı kapanması	64° ÜÖN'dan sonra

Motor ölçüleri

Eni, boyu, yüksekliği (mm)	1450-3126-1825
Ağırlığı	7120 kg



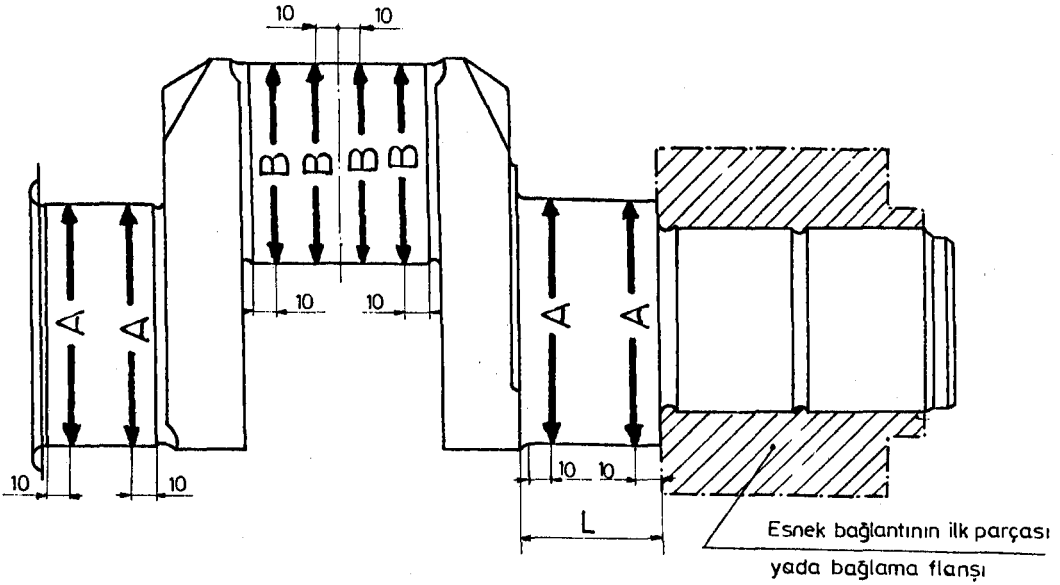
Şekil 2.3. SEMT-PIELSTICK Motorunun Boyutları

2.2.1. Krank mili

Tek parçalı olup lif akışına doğru dövülerek şekillendirilmiş, yüksek frekans usulü ile sertleştirilmiştir. Krank milinin her iki ucu 1/80 konikliktedir. Çelik alaşımından yapılmıştır.

Krank milinin içi boydan boya delinmiştir. Bu delik vasıtasıyla yağ, ana yataklardan piston kollarına, pistonlara, titreşim damperine ve elâstik kapline nakledilir.

Krank milinin görevi, 1.2. ve 4. zamanlarda biyel kolu vasıtasıyla pistonu hareket verir. 3. zamanda meydana gelen düzgün doğrusal hareketi düzgün dairesel harekete çevirir.



	M0	LA	LR	M1	LA	LR	M2	LA	LR
A	160.00 159.975	159.93	159.90	159.50 159.475	159.43	159.43	159.00 158.975	158.93	158.90
B	128.00 127.975	127.91	127.87	127.50 127.475	127.41	127.37	127.00 126.975	126.91	126.91
L	76.05 76.00	76.08	76.10	76.35 76.30	76.38	76.40	76.65 76.60	76.68	76.70

Şekil 2.4. SEMT-PIELSTICK Motorunun Krank Mili

2.2.2. Kam mili (Eksantrik)

Motor (V) bloku ortasına yerleştirilmiştir. İki parçalıdır. Malzemesi nikel-krom çeliğidir. Fransız AFNOR standartına göre malzeme kalitesi 16 Ni C 6 'dır.

Kam millerine belirli karakteristikleri elde edebilmek için, son işlemden önce komple olarak ısıl işlemler uygulanır.

Son taşlama işleminden önce, eksantrik aşıkları sementte edilir ve 60-63 HRC değeri elde edilecek şekilde sertleştirilir.

Yatak muyluları da aynı şekilde sementte edilir ve 53 ile 63 HRC değeri elde edilecek şekilde sertleştirilir.

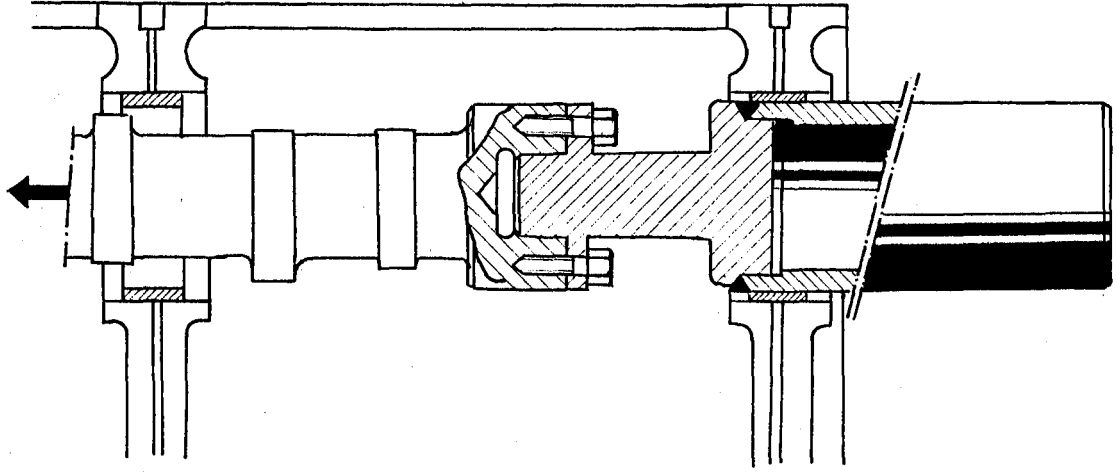
Eksantrik aşıklarında sementasyon derinliği taşlamadan sonra asgari 1,5 mm olacaktır.

Kam milinin mekanik özellikleri ise şöyledir:

Çekme mukavemeti	$100 \text{ kg/mm}^2 \leq R < 130 \text{ kg/mm}^2$
Elastik limiti	$E \geq 75 \text{ kg/mm}^2$
Uzama	$A \geq \% 10$
Çentik darbe mukavemeti	$KVF \geq 7 \text{ kgm/cm}^2$

İki parçalı olan kam milinin parçaları orta kısmından sıkı geçme SKF silindirik gömleği ile bağlanır. Montajda her iki parçanın üzerindeki marka çizgilerinin aynı doğrultuda olmasına dikkat edilmelidir. Yine her iki parça birleştirilirken istenilen sıkılık 0,04 ile 0,05 mm 'dir. Geçme çapları (\emptyset 45 mm) arasındaki ve dolayısıyla yatak yüzeyleri arasındaki kaçıklık 0,02 mm'nin altında olacaktır.

Kam milinin bir ucu "A" ve bir ucu da "B" işaretlidir. Kam milinin "B" işaretli ucu dişli tahrik düzeni tarafında olmalıdır. Motorun dönüş yönü değiştiğinde kam mili değişmez.



Kam milinin iki parçasını demonte etmek için özel takım kullanılır.

Şekil 2.5. SEMT-PIELSTICK Motorunun Kam Mili Demontajı

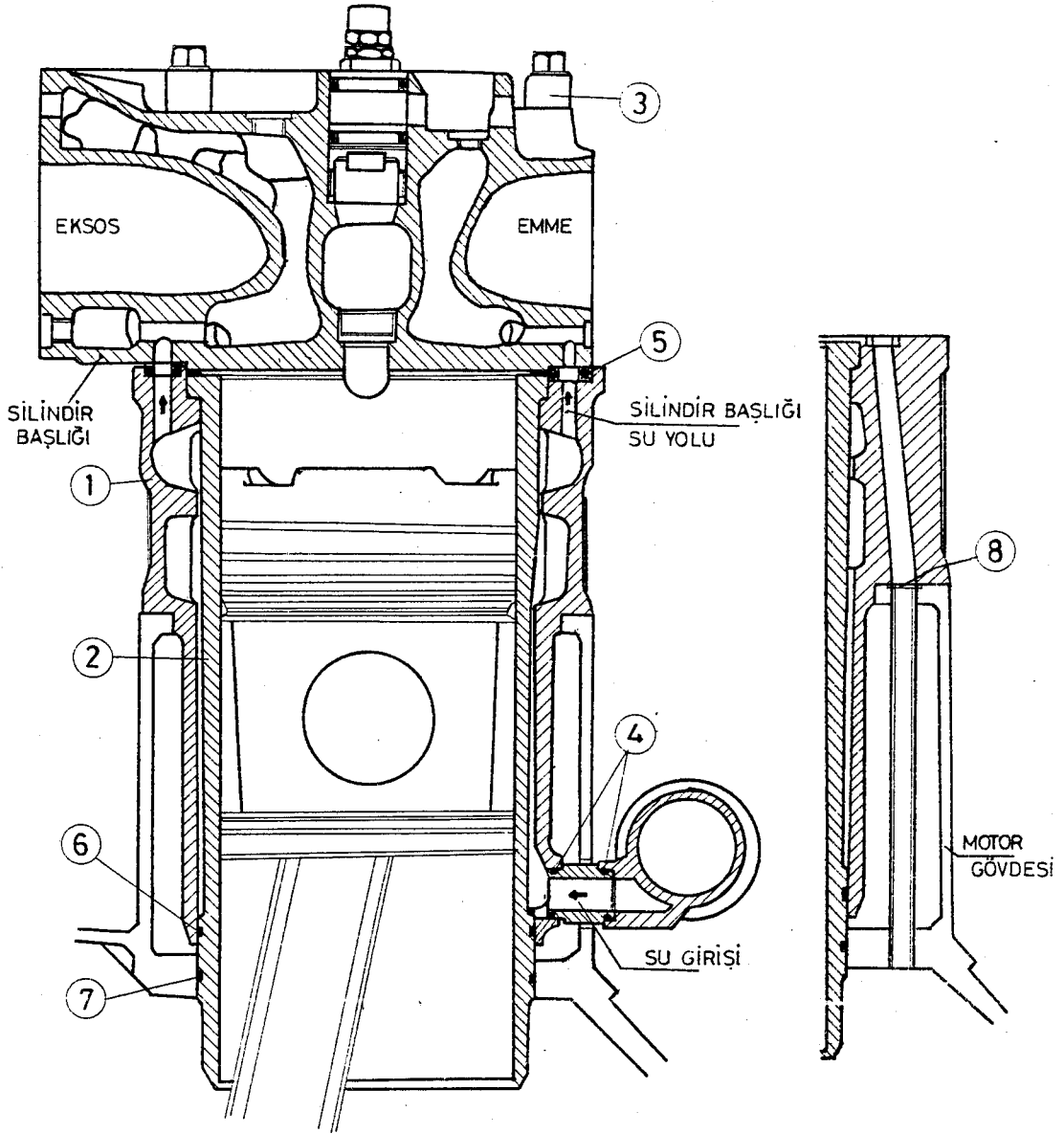
2.2.3. Silindir gömleği ve su ceketi

Silindir gömleği ile birlikte arasında "motor soğutma suyunun dolaştığı" "ıslak tip"ten su ceketi bulunur. Her silindir için 4 adet saplama ile gövdeye tespit edilmiş, müstakil su ceketi-gömlek grubu vardır.

Gömlekler yaş gömlek tipinde olup özel santrifüj dökme demirden yapılmıştır (Kromlu perlitik dökme demir).

Malzemenin kimyasal özellikleri şöyledir (%) :

Toplam karbon	C = 3,1-3,5
Silisyum	Si = 1,7-2,2
Manganez	Mn = 0,6-1
Fosfor	P = 0,4-0,7
Kükürt	S = 0,025-0,060
Krom	Cr = 0,20-0,5



- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| 1- Su ceketi | 5- Lastik blok |
| 2- Silindir gömleği | 6- Oring (mavi nokta) |
| 3- Somun | 7- Oring (sarı nokta) |
| 4- Su giriş oringi | 8- Gövde ve su ceketi arası oringi |

Şekil 2.6. SEMT-PIELSTICK Motorunda Silindir Gömleği-Su Ceketi-Silindir Başlığı Grubunun Gövdeye Montajı

Silindir gömleğinin mekanik özellikleri şöyledir:

Çekme mukavemeti... $R \geq 25 \text{ kg/mm}^2$

Sertlik(HB) 220-270 Brinell.

Sızdırmazlık kontrolü için gömlekler 5 dakika süre ile 30 kg/cm^2 hidrolik basınç altında muayeneye tabi tutulurlar ve bu durumda herhangi bir akıtma ve terleme göstermemelidirler.

Su ceketinin malzeme kalitesi TS 526'ya göre DDK-42'dir. Çekme mukavemeti 42 kg/mm^2 , akma sınırı 28 kg/mm^2 ve kopma uzaması %12'dir.

Su ceketinin doku ve statik değerlerinin elde edilmesi ve işleme sırasında meydana gelebilecek deformasyonları önlemek için $580-600 \text{ }^\circ\text{C}$ 'da gerilim giderme tavı yapılır.

Silindir gömleği-su ceket grubunun gövdeye montajı, üst kısımda başlık contası üzerinden gömlek flanşına basan silindir başlığı ile, alt kısımda gömlek etek kısmındaki faturanın üst taraftan su ceketine, diğer taraftan motor gövdesine uygun olarak geçmesiyle sağlanır.

Soğutma suyu, gömlek ve su ceket arasında devir daim ettirilir. Motor gövdesi su ile temas etmez. Bu sayede gövdenin paslanması önlenmiş olur. Yüksek sıcaklık devresi (HT) pompasıyla basılan su, motora gövdenin dış yanlarında bulunan iki ana boru ile nakledilir. Her silindirin karşısında bulunan kısa bir boru vasıtasıyla soğutma suyu, su ceketinin alt kısmından verilir. Bu su, silindir başlığında ve su ceketinde açılmış olan 4 adet kanal ile silindir başlığına geçer. Bu kanaldaki contalardan dolayı su sızıntısı kartere ve silindirlere hiçbir zaman karışmaz. Sızan su, gövdenin yan tarafından dışarı akar (Bakınız Şekil 2.3.)

Su ceketleri ve gömlekler gövdeye beraber takılmalıdır. Fakat bağlanmadan önce su bölmesi 10 kg/cm^2 statik basınç altında teste tabi tutulmalıdır. Bu suretle lebleme cihazında alıştırılmış oturma yüzeylerinde su kaçağı olup olmadığı anlaşılır.

2.2.4. Silindir başlığı ve subaplar

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında her silindirin ayrı silindir başlığı vardır. Özel dökme demirden yapılmış olan başlığın mikroyapısı baştan başa yayılmış grafit lamelli perlit matriksidir. Fransız AFNOR standartına göre malzemesi Ft 25 'dir. Malzemenin kimyasal özellikleri:

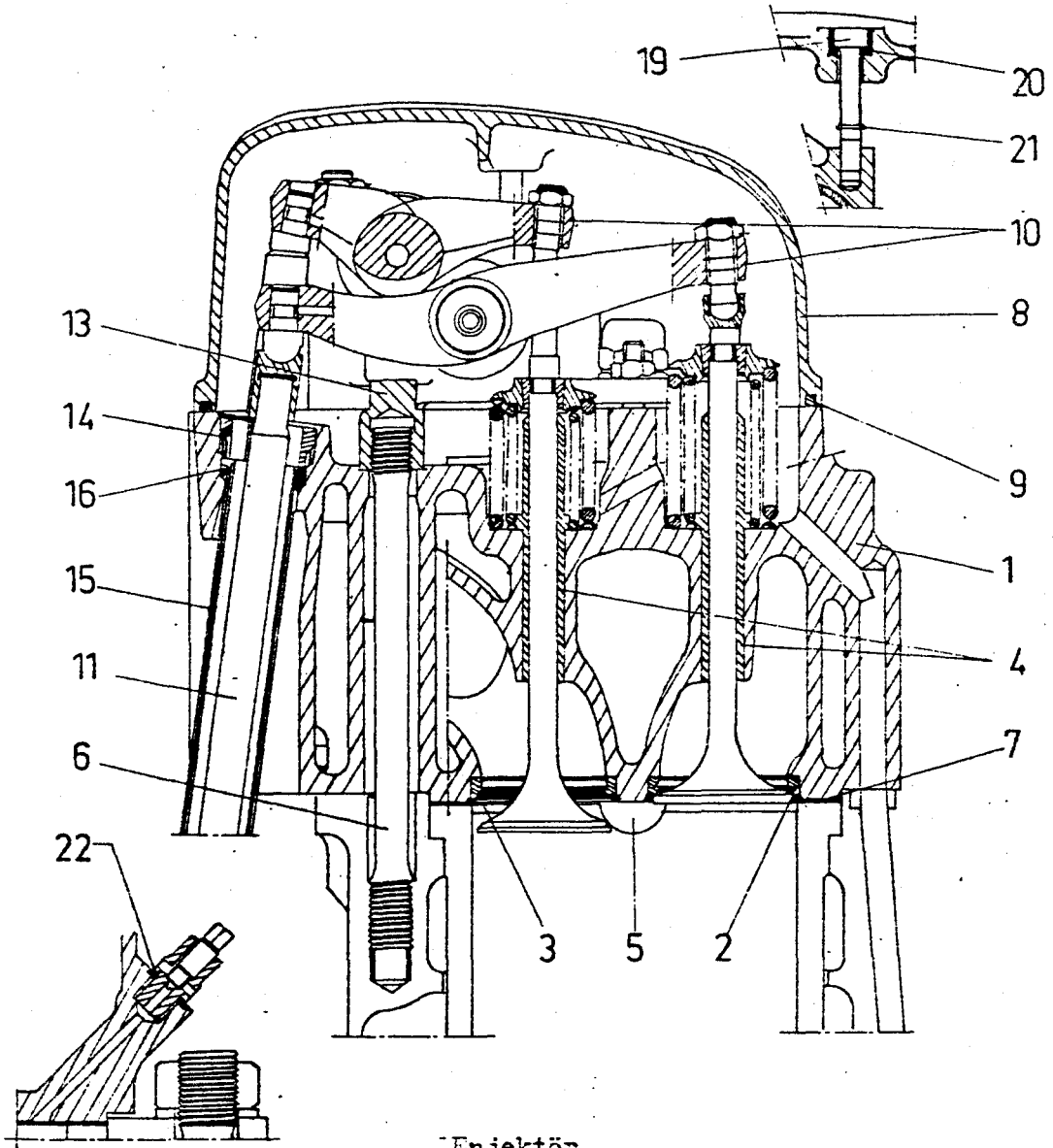
C = 3,10-3,40	Ni = 0,20-0,50
Si = 1,80-2,40	P ≤ 0,15
Cr = 0,20-0,30	S ≤ 0,15
Mn = 0,60-0,70	

Başlığın ısıtılmasında, dikkatli bir şekilde kalıplanan parçalar üç saat boyunca yavaş ve üniform bir şekilde 580 °C'ye kadar ısıtılır. Bu sıcaklıkta 2 saat tutulur ve fırında 3 veya 3,5 saat süre ile 150-200 °C'ye soğutulur ve iç gerginlikleri giderilir.

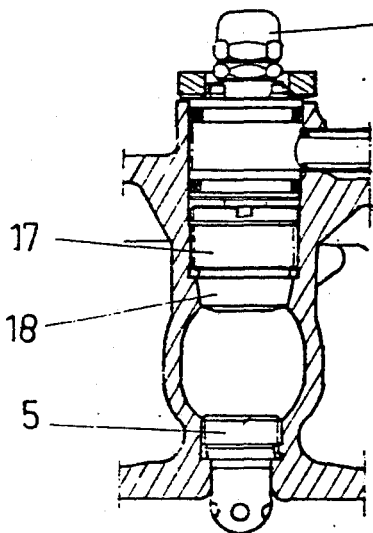
Silindir başlıkları, su portlarında 10 kg/cm², yanma odasında 150 kg/cm² basınç şartları altında sızdırmaz olmalıdır. Su ile yukarıda belirtilen basınç değerlerinde sızdırmazlık testi yapılır.

Başlığa monte edilen eksoz ve emme subap bagaları azot gazı ile -180 °C'ye soğutulur ve hemen başlık üzerindeki yuvalarına takılırlar. Subap bagaları, silindir başlığına soğuk olarak 1,5 ton basınç altında sıkı geçirilmiştir. Tapalar başlığa preslenerek takılırlar.

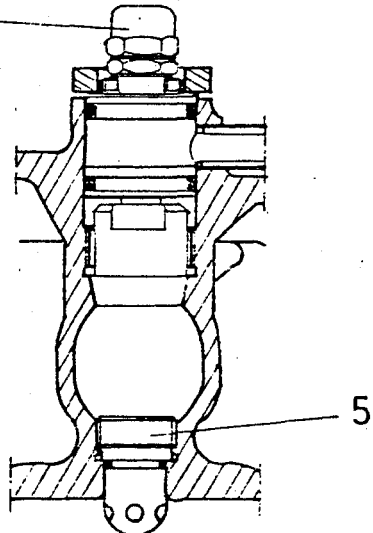
Her silindir başlığında 2 adet emme, 2 adet eksoz subapı vardır. Silindir başlığı, küresel ön yanma odalıdır. Yakıt, küreye benzeyen ön yanma odasına püskürtülür. Ön yanma odası bir meme ile silindire açılır. Bu meme yanma esnasında önemli rol oynar ve motorda kalitesi daha düşük derecedeki yakıtların kullanılmasına imkân sağlar. Her silindir başlığı-su çekti-gömlek arasını soğutan ve 4 adet kanal ile başlığa irtibatlandırılan motor yüksek sıcaklık soğutma suyu devresi (HT) vasıtasıyla soğutulur. Su devir-daimi ve muntazam bir soğutma, silindir başlığını iyi şartlarda tutabilmek ve motorun muntazam çalışmasını sağlamak için şarttır.



Enjektör



Şekil 1. Birinci uygulama



Şekil 2 İkinci uygulama

Şekil 2.7. Silindir Başlığı ve Enjektörün Bağlama Şekilleri

Şekil 2.7.'nin açıklaması

- 1- Silindir başlığı
- 2- Emme subapı bagası
- 3- Eksoz subapı bagası
- 4- Subap kılavuzu
- 5- Ön yanma odası memesi
- 6- Saplama
- 7- Silindir başlığı
- 8- Silindir başlık kapağı
- 9- Silindir başlığı kapak contası
- 10- Külbütör
- 11- Subap iticileri
- 12- Tapa (su)
- 13- Başlık tespit somunu.
- 14- Somun
- 15- Koruma boruları
- 16- Subap itici koruma kovani oringi
- 17- Enjektör oturma yerini tutan civata
- 18- Enjektör oturma yeri
- 19- Vida
- 20- Kapak vidası altı contası
- 21- Kapak vidası altı rondelası
- 22- Dekompresyon ventili contası

Emme subap bagası dökme demirden yapılmış olup koni açısı 120° 'dir.

Eksoz subap bagası çelikten yapılmış olup koni açısı 90° 'dir.

-Subap bagalarında:

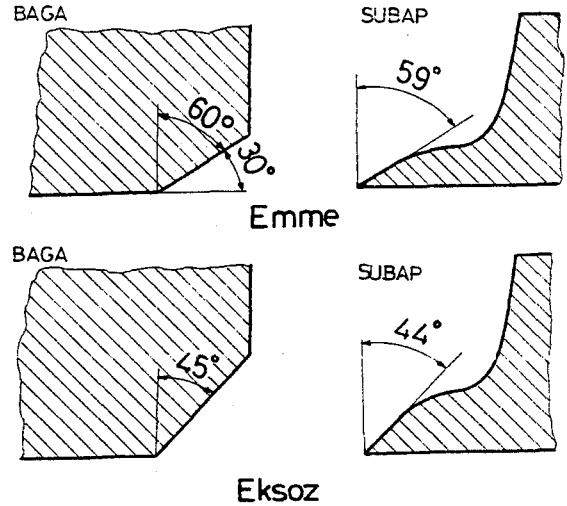
Eksoz: 45°

Emme: 60°

-Subaplar ise:

Eksoz: 44°

Emme: 59°



Şekil 2.8. Emme ve Eksoz Subapları ile Bagaların Kenar Açıları

Subap malzemeleri emme subapı için Z45CS9, eksoz subapı için Z45CSD10 'dur. Ancak bunların dışında alternatif olarak emme subapı için X45CrSi4 veya X45CrSi9; eksoz subapı için de X45CrSi9, X45CrNiW18,9 veya X80CrNiSi20 malzeme kalitesindeki malzemeler de kullanılabilir.

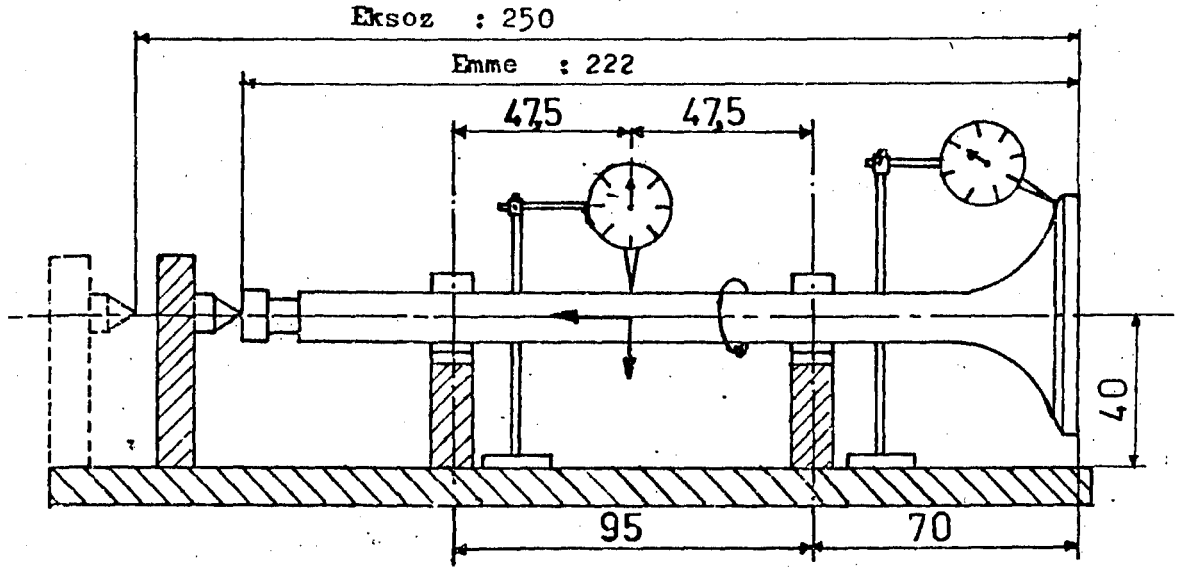
Subap sapının boyuna eksenine etrafında subapın bir dönüşünde müsaade edilebilecek maksimum sapma $0,025$ mm olmalıdır. Subapın boyuna eksenine etrafında bir tam devirde subap oturma yüzeyinde müsaade edilecek maksimum sapma ise $0,025$ mm olmalıdır.

Subap oturma yüzeyleri emme subaplarında Ni60, eksoz subaplarında stellitlik derecesi 6 olan stellitle kaplanır.

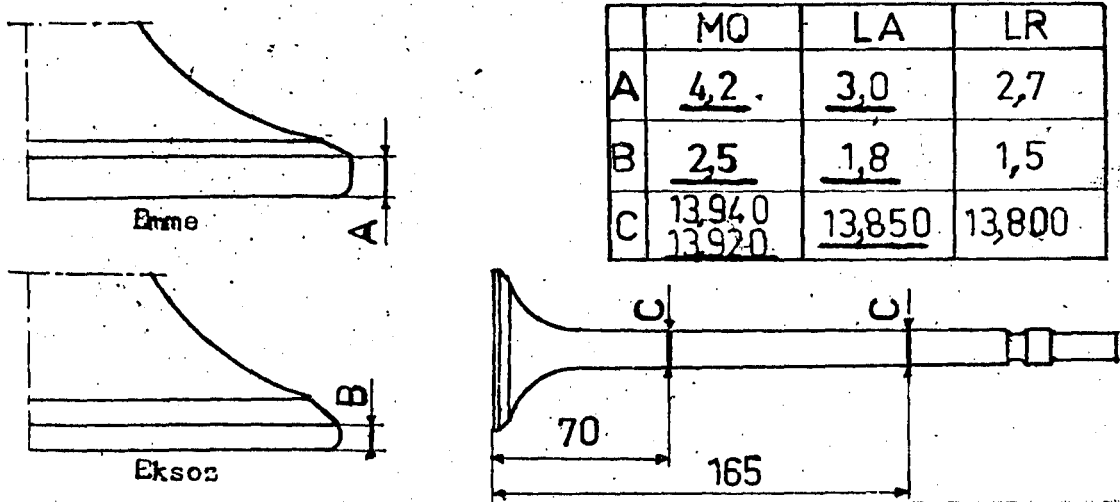
Subaplar 1'er derece eksik taşlanır ve alıştırılmadan yerine takılır. Bunun nedeni, tek bir çizgi halinde temas ettiğinde birkaç çalışmadan sonra kendine bir yer yapmasıdır.

Subaplar kam mili tarafından makaralı iticiler, itici

çubukları ve külbütörler vasıtasıyla tahrik edilirler. Külbütörler silindir başlığına yataklandırılmıştır.



Şekil 2.9. Subapların Taşlanması



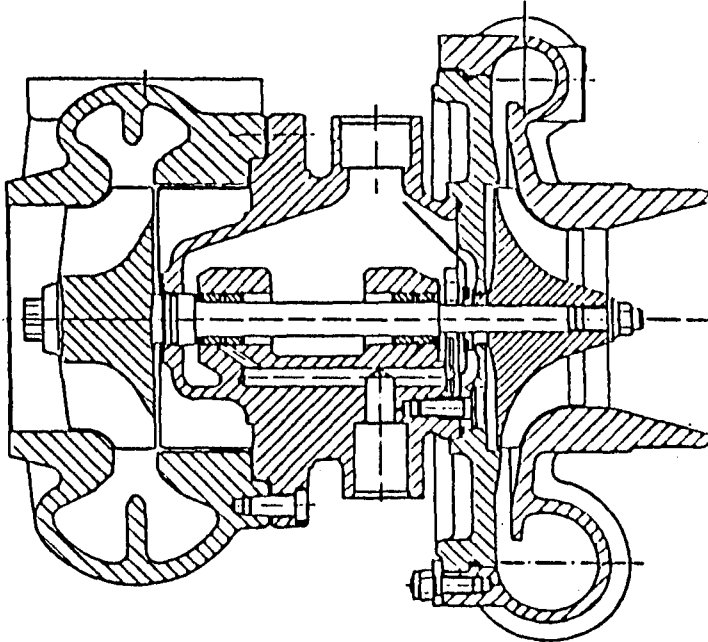
Şekil 2.10. Subap ölçüleri

2.2.5. Türbokompresör

Bir motor normal gücünü deniz seviyesinde verir. Yani motor güçleri deniz seviyesine göre hesaplanır. Motor deniz seviyesinden yukarıda bulunduğu anda atmosfer basıncının düşmesi nedeni ile güç kaybeder. Deniz seviyesinden 3000 metre yukarıda olan bir motor normal gücünün %25'ini kaybeder. Gerek bu kaybın önlenmesi ve gerekse silindire püskürtülen yakıtın tamamının yanması için yeterli oksijen bulunması ile yakıtta ekonomi sağlanması için silindirler içine normal emişli motorlardaki 0,9 Atmosferlik basıncın üzerinde fazla miktarda basınçlı hava gönderen sisteme "Süperşarj" denir. Süperşarjların tahriki üç şekilde olmaktadır:

- 1- Şafttan mekanik olarak,
- 2- Elektrik motoru ile,
- 3- Eksoz gazı ile.

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında süperşarj eksoz gazı ile tahrik edilmektedir. Bu tip lokomotif motorlarında da HS 410 Tipi türbokompresör kullanılmaktadır.

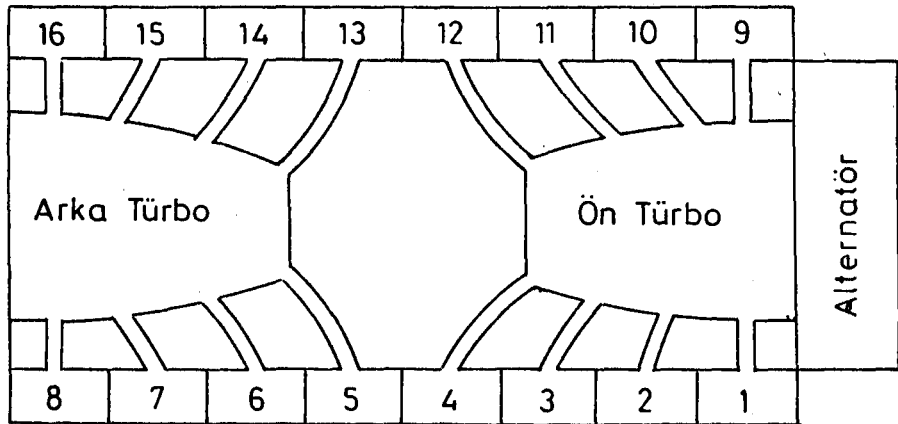


Şekil 2.11. Bir Türbokompresörün Kesiti

HS 410 Tipi türbokompresörün teknik özellikleri:

Yağlama	Motor yağ basıncı
Soğutma	Yüksek sıcaklık (HT) soğutma suyu
Çalışma sıcaklığı . .	Maksimum 700 °C
Çalışma devri	28000-28500 d/dk
Azami devri	34000 d/dk
Ağırlığı	170 kg
Emme	Eksenel emişli, santrifüj
Debisi	6465 kg/saat (1500 d/dk'da)

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında türbokompresörlerin silindir başlıklarına bağlanma şekli Şekil 2.12 'deki gibidir:



Şekil 2.12. DE 24000 tipi bir lokomotif motorunda türbokompresörlerin silindirlere bağlantısı

Türbokompresörün gaz giriş kasasının malzemesi GG-25 olup, 0,3 Cr ve 0,3 Mo ilave edilir. Dökümün kimyasal özellikleri aşağıdaki gibidir:

C %2,8-3,2	S %0,12
Si %2,4-2,6	Cr %0,3
Mn %0,7-0,9	Mo %0,3
P %0,3	

Malzemenin sertliği (HB) 180-220 Brinell arasında olmalıdır. Türbokompresör gaz giriş kasası çalışma şartlarında sürekli 650-700 °C arasında sıcaklığa maruzdur.

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında türbokompresör kullanılması ile sıkıştırmadan önce silindire dolan havanın basıncı $1,5 \text{ kg/cm}^2$ 'ye çıkarılır. Böylece daha fazla ağırlıktaki hava ile, daha fazla yakıt kullanılarak motorun gücü artırılır. Normal dizel motorlarda (türbokompresörsüz) silindir kursunun 0,07'si kadar, türbokompresörlü motorlarda 0,12-0,13 (silindir kursunun) kadar güç artışı sağlanır (yakıt püskürtülerek). Bu usul ile %25 fazla güç artışı elde edilebilir.

2.2.6. Yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler

DE 24000 tipi motorlarda yakıt enjeksiyon pompası motor "V" sinin içine ve 2 türbokompresör arasına yerleştirilmiştir. "V" tipinde olan komple pompa, hareketini bir mil vasıtasıyla eksantrik mili dişlisinden alır. Pompanın kam mili motor ateşleme sırasına göre imal edildiğinden pompanın sağ tarafı dizel motorun sağ silindirlerindeki enjektörlere, sol tarafı da dizel motorun sol silindirlerindeki enjektörlere yakıtı gönderir.

Yakıt pompasının görevleri şunlardır:

1- $1,5 \text{ kg/cm}^2$ basıncındaki yakıtı 240 Atmosfere yükselterek enjektör vasıtasıyla pülverize halde silindir içine püskürtmesini sağlar.

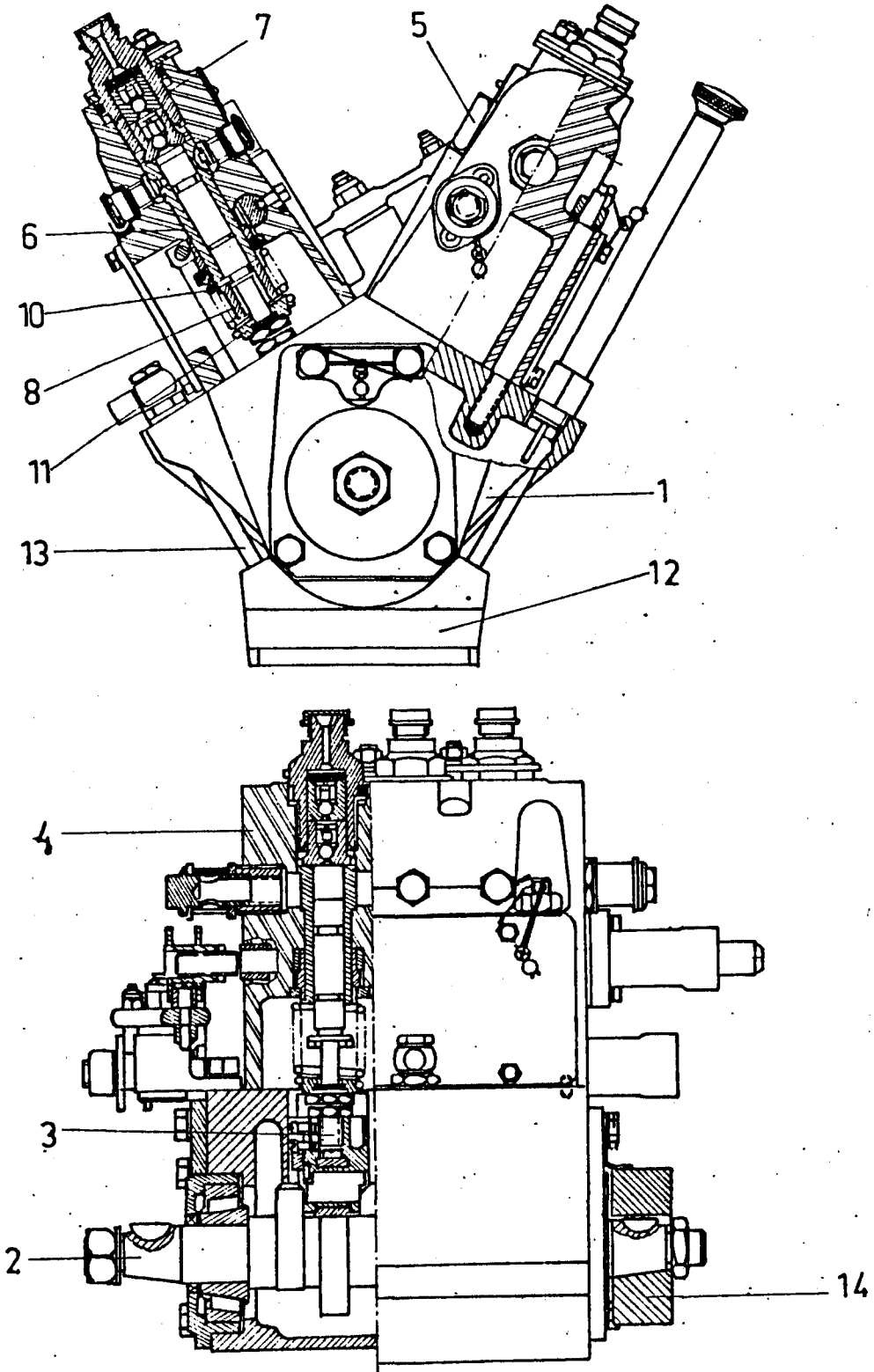
2- Silindirlerin hepsine eşit miktarda yakıt gönderir.

3- Silindirlere ateşleme sırasına göre yakıt basar.

Yakıt enjeksiyon pompasının gönderdiği basınçlı yakıtı yanma odasına püskürtmeye yarayan elemanlara "Enjektör" denir. Enjektörlerin yakıtı püskürtürken şu görevleri de yapması istenir:

1- Püskürtme için gerekli basınç oluşuncaya kadar yakıtı yanma odasından uzak tutmak. Gerekli basınç oluşunca açılarak ani olarak püskürtmek. Püskürtme sonunda damlama yapmadan yakıtı hemen kesmek.

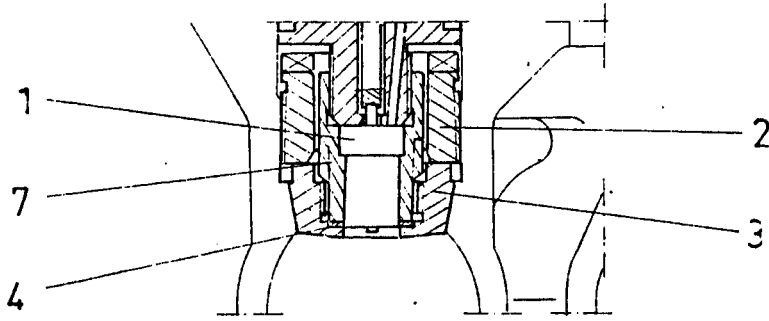
2- Yakıtı atomize etmek. Yani yakıtı istenilen damla büyüklüğünde püskürtmek.



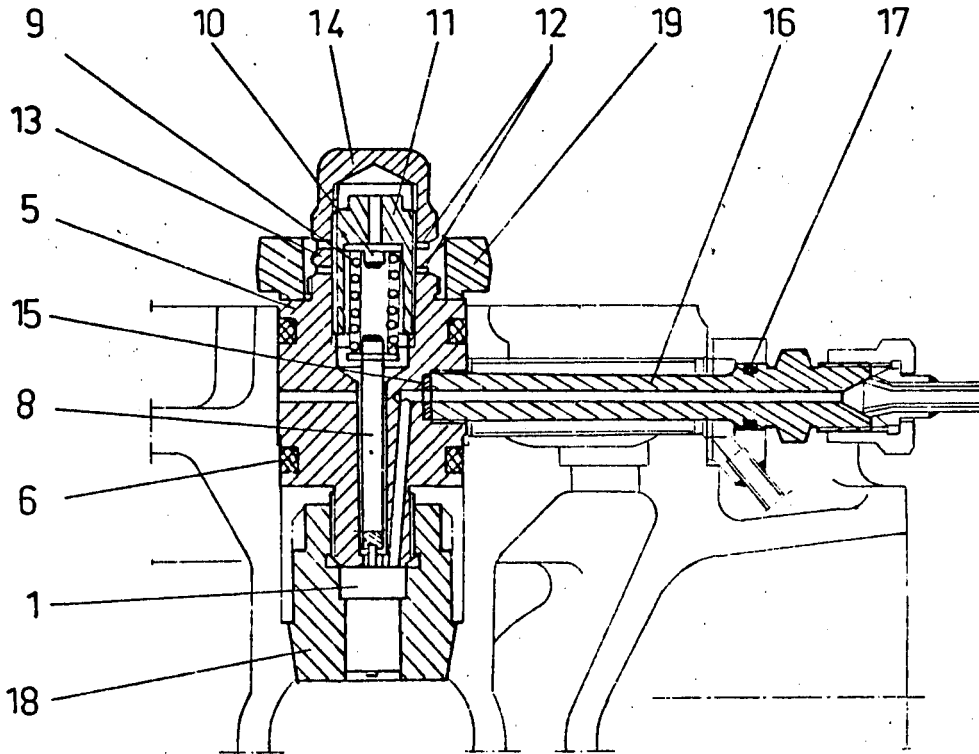
Şekil 2.13. SEMT-PIELSTICK Motoru Enjeksiyon Pompası Kesiti

Şekil 2.13.'ün açıklaması

- | | |
|-----------------------|--|
| 1- Alt karter | 8- Piston gömleği tutucusu |
| 2- Kam mili | 10- Yay |
| 3- İtici | 11- Mesnet |
| 4- Üst karter | 12- Enjeksiyon pompası oturma
tablası |
| 5- Civata | 13- Pompa tespit civatası |
| 6- Piston gömlekleri | 14- Enjeksiyon pompası volanı |
| 7- Sıkıştırma manşonu | |



Şekil : 1 • BİRİNCİ UYGULAMA



Şekil : 2 İKİNCİ UYGULAMA

Şekil 2.14. SEMT-PIELSTICK Motorunda Enjektörün Kesiti

Şekil 2.14.'ün açıklaması

- 1- Enjektör memesi
- 2- Konik parça baskısı
- 3- Konik parça
- 4- Sızdırmazlık bakır contası
- 5- Enjektör taşıyıcısı
- 6- Oring
- 7- Somun
- 8- Mil
- 9- Yay
- 10- Yardımcı
- 11- Enjektör somunu
- 12- Kırmızı bakır conta
- 13- Enjektör somunu
- 14- Somun
- 15- Rekor altı conta
- 16- Enjektör içine enine boru
- 17- Rekor üstü conta
- 18- Konik yapıllı silindir başlığına dayanan somun
- 19- Enjektörün silindir başlığına tespit parçası

3- Yakıtı silindir içinde istenilen derinliğe püskürtmek.

4- Yakıtı yanma odasının isteklerine ve şekline uygun açıda püskürtmek.

5- Yüksek basınçlara dayanmak.

Yakıtın silindir içinde istenilen derinliğe püskürtülmesine, sıkıştırılmış havanın basıncı ve enjektör memesinin delik boyu etki eder.

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında her silindir başlığının orta kısmında bulunan ön yanma odasına yakıt püskürtülür. Bu enjektörler silindir başlığına konik olarak oturur ve 2 adet civata ile tespit edilir. Mekanik olan bu enjektörlerin püskürtme basıncı 240 kg/cm^2 'ye ayarlıdır. Püskürtme açıları 6° 'dir.

Enjektörün en önemli parçası olan enjektör memesinin sızdırmazlık kontrolünde ise, çalışma basıncı olan 240 Atmosfere ayarlanmış olan komple enjektör memesinin alını temizlenir ve basınç 230 Atmosfere yükseltilerek 10 saniye beklenir. Meme ucunda damla oluşmamalıdır. Çok hafif nemlenme olabilir. Püskürtme kontrolünde, test cihazı, dakikada 80-90 defa püskürtme yapılacak hızda pompalanır. Püskürtme hüzmesinin düzgün eşit aralıklarda muntazam bir şekilde olması ve enjektör memesinin çalışma esnasında ahenkli bir madeni ses vermesi gerekir.

Enjektörlerin geri dönüş kontrolü yapılırken, enjektörler açma basıncı olan 240 bar'a ayarlanır (Tolerans ± 5 bar). Basınç 230 bar'a düşünce kronometre çalıştırılır ve basınç 190 bar'a düşünce kronometre durdurulur. Bu 40 bar'lık basıncın düşme süresi 5 saniyenin altında olmamalıdır.

2.2.7. Regülatör

Dizel motorlarında kullanılan yakıt sistemi, daima motora en fazla gücü temin eden yakıtı verecek şekilde imal edilmiştir. Eğer motor, yakıt sisteminin verdiği azami yakıtla

çalışacak olursa devri yükselir, hareketli parçaların merkezkaç ve atalet kuvvetleri artar. Artan bu kuvvetler belli bir sınırı geçince de motor parçaları dağılarak iş göremez duruma gelir. Buna engel olmak, yani motoru belli bir devirde çalıştırmak için silindirlere istenilen devir ve yüke uyan yakıtı göndermek gerekir.

İşte dizel motorlarında, motorun yüküne ve devrine göre gerekli yakıt miktarını otomatik olarak kontrol eden bu düzene "Regülatör" denir.

DE 24000 tipi lokomotif motorlarında kullanılan regülatörün ana görevi yakıt püskürtme pompasının bastığı yakıtı güce göre ayarlamaktır.

Regülatörün tahriki, eksantrik mili dişlisi üzerinden konik dişliler vasıtasıyla olur. Regülatör üç ana kısımda kumanda alır. Bunlar mekanik, pnömatik, hidrolik'tir.

Regülatörün içindeki çeşitli tertibatlar vasıtasıyla;

- Motor devri istenilen devirde sabit tutulur,
- Yük ve yol durumuna göre yakıt ayarı yapılır,
- Alternatörün ikazı sağlanır,
- Türbokompresörün bastığı hava basıncına göre yakıt ayarı yapılır,
- Atmosferik basınca göre (0-2000 metre) güç ayarı yapılır,
- Motor stop ettirilir,
- Patinaj önlenir.

2.2.8. Piston ve segmanlar

Piston alüminyumun %12 silikon alaşımından yapılmıştır. Yuvarlak bir soğutma odasına sahiptir. Dış yüzü kimyasal nikelaj ile korunmuştur. Su verilmiş krom nikelli çelikten yapılmış piston pimini hafif bir alaşımdan yapılmış ve sıkı olarak pistona yerleştirilmiş iki kapak tutar.

Üst ve altta segman sayısı beş adettir.

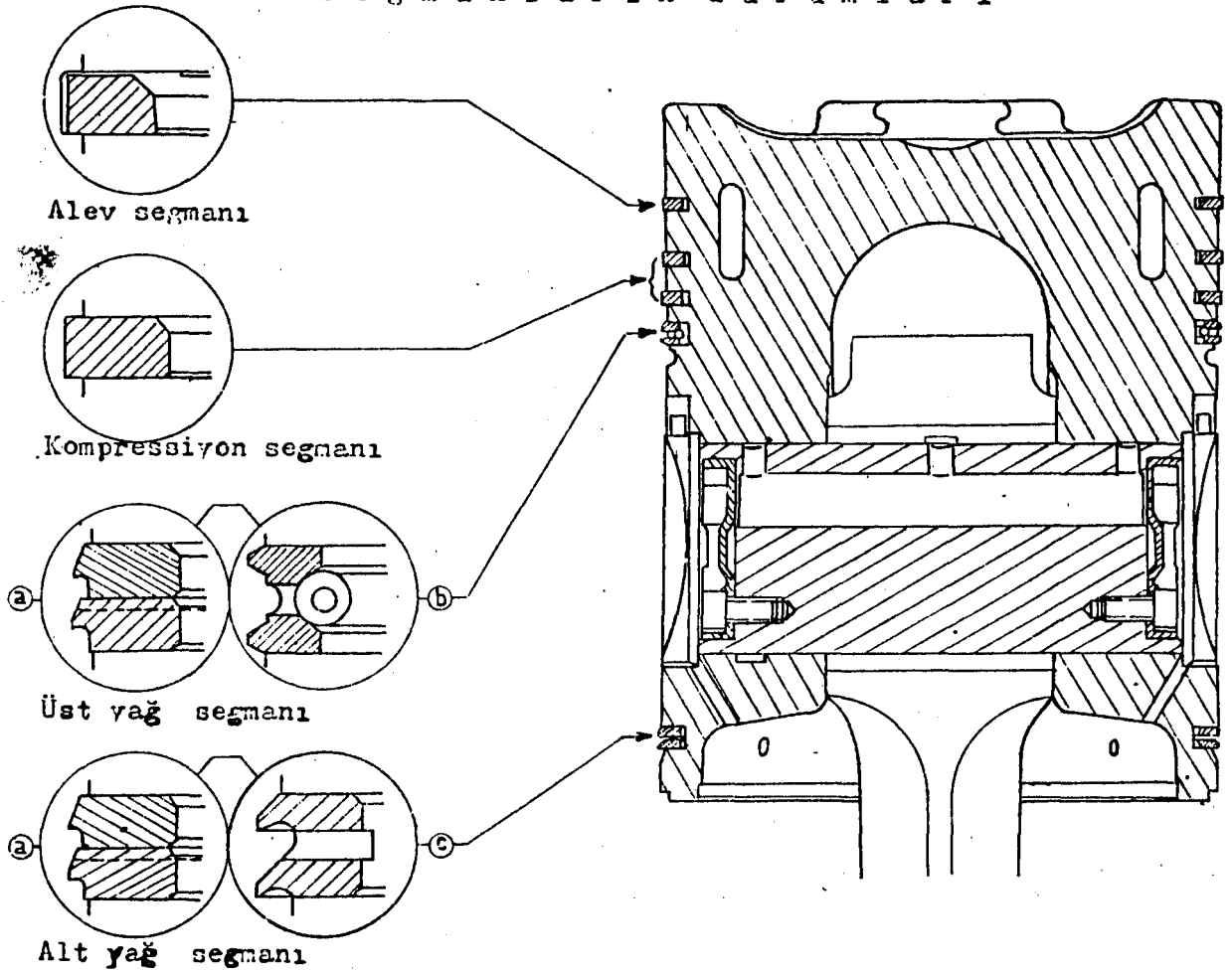
- Alev segmanının pistona temas eden yüzü fabrikaca

kademeli yapılmıştır. Gömleğe dayanan yüzü kromla kaplanmıştır.

- İki kompresyon segmanı yüzü kromla kaplı değildir.
- Üst yağ segmanı (Yarık yağ sıyrıcı segman).
- Alt yağ sıyrıcı segman (Tek parça yağ sıyrıcı segman).

P İ S T O N

Segmanların durumları



Şekil 2.15. SEMT-PIELSTICK Motorunda Piston ve Segmanların Durumu

Hafif alaşımdan yapılmış olan pistonların baş kısmı etek kısmına nazaran daha fazla ısınacağından, baş kısımdaki

genleşmeyi karşılamak için bu kısımda (gömlek-piston) arasındaki boşluk, daha fazla tutulmuştur. Dolayısıyla etekten başa doğru konik olarak şekillendirilmiştir. Piston pimi eksenini doğrultusunda genleşme fazla olduğundan dolayı piston, piston pimi eksenini doğrultusunda oval işlenmiştir. Bu profil şeklinde, işletme sıcaklığında, tamamen silindirik piston elde edilir. Böylece daha iyi kılavuzlanma sağladığı gibi, aşınma ve soğuk halde ses yapması önlenir. Piston, krank milinden, piston kolundaki yağ kanalı yolu ile, piston baş kısmına halka şeklindeki soğutma bölmesine gelen yağ ile soğutulur.

Pistondan beklenen özellikler:

1- Karşılaştığı değişik tesirler altında, mümkün olduğu kadar sabit olmalı,

2- Piston ile silindir arasında gaz kaçağına meydan vermemelidir,

3- Fazla miktarda yağ sarfiyatına neden olmadan silindir yüzeylerinin yeterince yağlanması sağlamalıdır,

4- Soğuk olduğu kadar, sıcak olduğu hallerde de silindir içinde iyi bir şekilde kılavuzlanmalıdır,

5- Mümkün olduğu kadar hafif olmalıdır,

6- Şekil bakımından termik şartlara uygun olmalıdır.

Segmanların genel görevleri şunlardır:

1- Piston ile silindir arasında gaz kaçağını önler.

2- 1. zamanda, yağın yanma odasına yürüyüşünü önler ve yağlamayı sağlar.

3- Pistonun silindir yüzeyine sürtünmesini önleyerek, sürtünme mukavemetini arttırır.

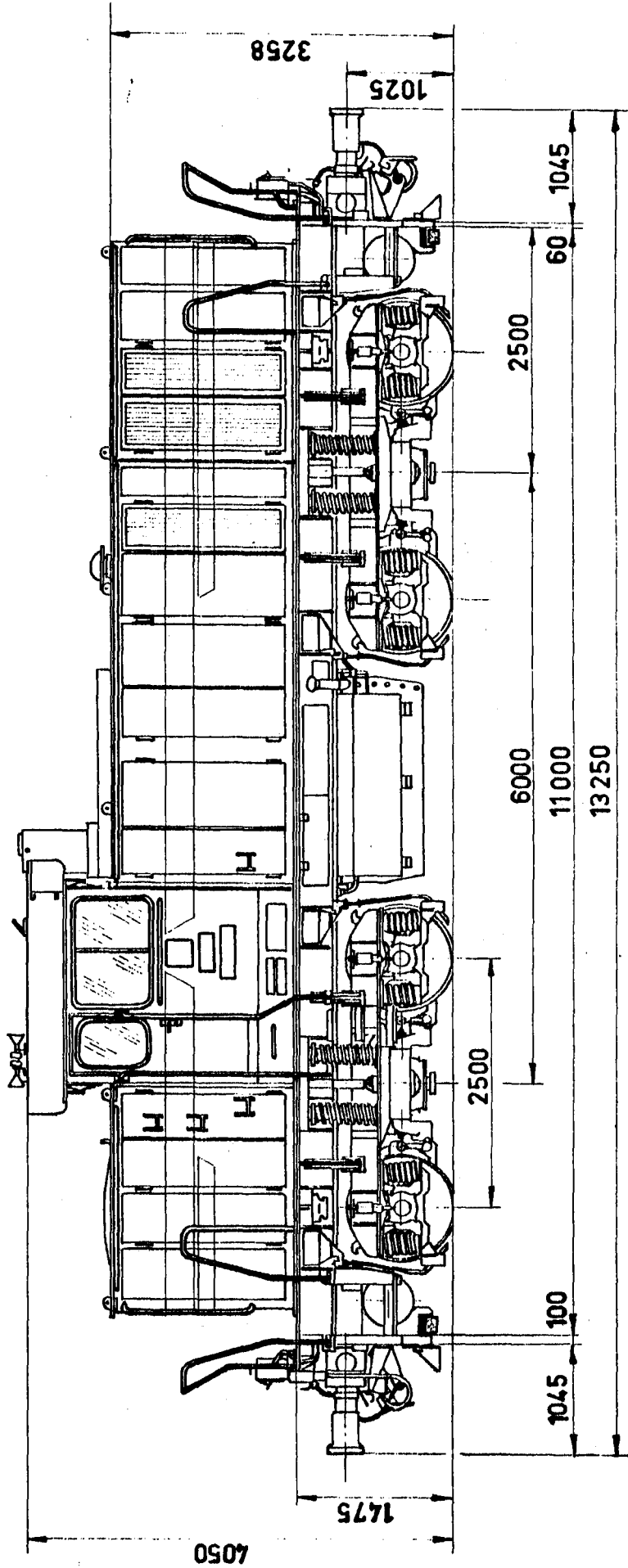
4- Pistonun ısınısını silindirlere iletir.

Ayrıca pistonun etek kısmında bulunan yağ sıyrıcı segman aynı zamanda ölü noktalardan dönüşlerde, silindir yüzeyine pistonun çapmasını önler.

3. DE 11000 TİPİ LOKOMOTİFLER

3.1. Lokomotif İle İlgili Genel Bilgiler

Dingil tertibi	Bo Bo
Güç	1100 HP
Güç aktarma şekli	Elektrik
Yapım yılı	1985
Fren	HZE-KE Oa
Dizel motoru güç aktarma şekli	Alternatör- cer motorları ile
Cer motor adedi	4
Servis ağırlığı	68 ton
Azami dingil basıncı	17 ton
Tekerlek çapı	1000 mm
Yakıt deposu hacmi	2700 lt
Dizel motoru soğutma suyu miktarı	210 lt
Dizel motoru yağ miktarı	93 lt
Azami hızı	80 km/h



Şekil 3.1. DE 11000 tipi Krauss Maffei lokomotifini

3.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri

Tipi	MTU
Silindir şekli	V 90°
Zamanı	4
Silindir adedi	8
Silindir çapı	165 mm
Strok	188 mm
Silindir hacmi	3,96 lt
Sıkıştırma oranı	12/1
Kompresyon basıncı	22-26 bar
Toplam güç	1065 HP (735 kW)
Rölanti devri	750 d/dk
Normal çalışma devri	1800 d/dk
Aşırı devri	1980 d/dk
Özgül yakıt sarfiyatı	160 gr/HPsaat
Özgül yağ sarfiyatı	0,95 gr/HPsaat
Piston ortalama hızı	11,10 m/s
Rölanti yağ basıncı (minimum)	1 bar
Rölanti yağ basıncı (normal)	2,5 bar
Tam güç yağ basıncı (minimum)	4 bar
Tam güç yağ basıncı (normal)	5,3 bar
Motora marş yapmak için ön sıcaklık	40°C
Motor yağ kapasitesi	93 lt
Motor su kapasitesi	75 lt
Ateşleme sırası	
	A1-B4-A4-A2-B3-A3-B2-B1
Motor ölçüleri	
Eni	1439 mm
Boy	2013 mm
Yüksekliği	1380 mm
Ağırlığı	2520 kg (dolu)
Türbokompresör adedi	2 adet
Türbokompresör devri	65000 d/dk
Türbokompresörün aşırı devri	68000 d/dk

Subap açma zamanları

Emme supabı açılması	ÜÖN'dan 36° önce
Emme supabı kapanması	AÖN'dan 68° sonra
Eksoz supabı açılması	AÖN'dan 75° önce
Eksoz supabı kapanması	ÜÖN'dan 28° sonra

3.2.1. Krank mili

Krank mili pistonlar ile biyel kollarının doğrusal hareketini dairesel harekete çevirir.

Bütünüyle dövme işlenmiş olan krank mili endüksiyon ile sertleştirilmiş ve çalışan yüzeyler taşlanmıştır.

Aksiyal hizalamayı sağlamak için volan ucunda bir kanallı bilyalı yatak bulunmakta olup beş adet kaymalı yatak ile desteklenmiştir.

Kütlesel denge, civatalı bağlanmış olan karşı ağırlıklar tarafından sağlanır.

Krank miline yağlama yağı ana yağ galerisinden sağlanır.

Zamanlama ucunda mil uzantısına, dişli düzeni ile geçme yapmak üzere, presle geçme bir dişli vardır.

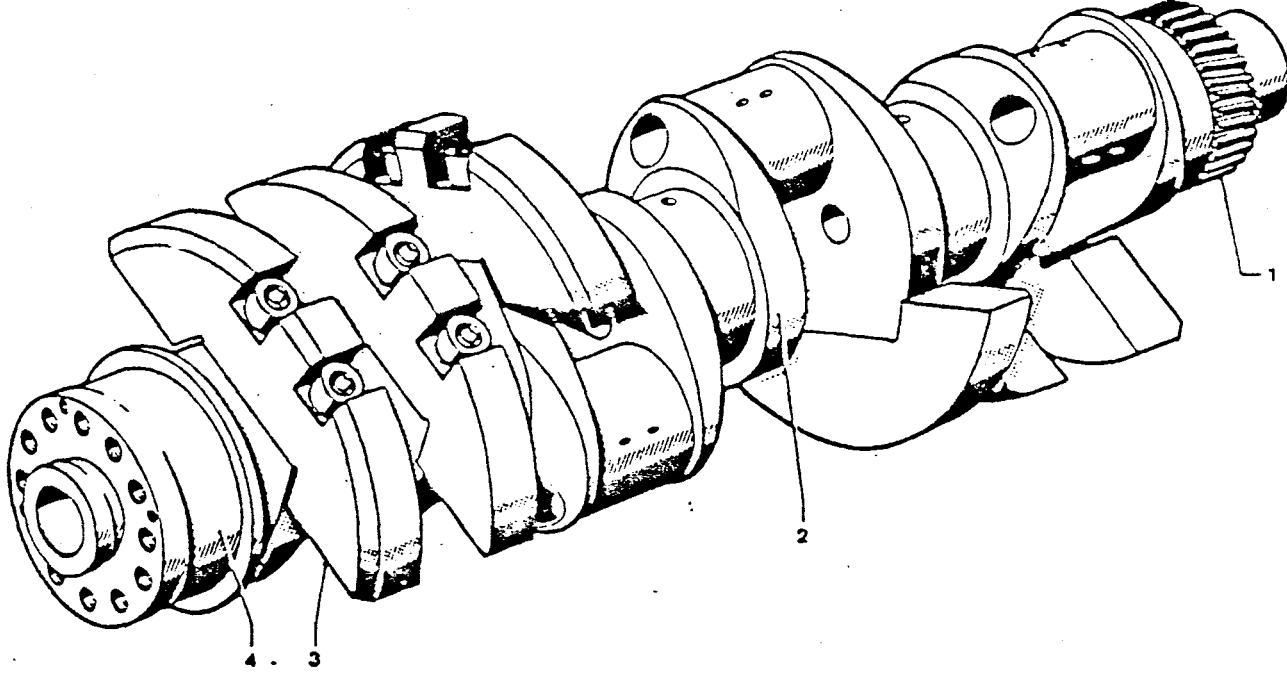
PTO flanş (volan) volan ucuna civata ile bağlanmıştır.

3.2.2. Kam mili (Eksantrik)

Her bir silindir sırasının dizel motoru "V" blokuna bağlanmış olan kendi kam mili vardır.

Kam mili motorun zamanlama ucunda motor blokuna bağlanmış olan bir yatak içerisinde bulunur, aksiyal olarak kam mili tahrik dişlisi tarafından tutulur. Dizel motoru krank mili tarafından dişliler vasıtasıyla tahrik edilir ve kollar, itici çubuklar ve külbütör kolları yoluyla subapları harekete geçirir.

Yağlama yağı motor gövdesi içerisindeki yağ yolları



1- Krank mili dişlisi

2- Krank mili

3- Karşı ağırlık

4- Kanallı bilyalı yatak muylusu

Şekil 3.2. DE 11000 Tipi Lokomotiflerde Bulunan MTU Motoru Krank Mili

içerisinden kam miline yönelirler. Külbütör kolları için yağlama yağı kam mili yataklarından alınır.

3.2.3. Silindir başlığı ve subaplar

Motorda, kartere gergi civataları ile bağlanan ve yanma odasını yukarıdan kapatan özel cins dökme demirden yapılmış ayrı ayrı silindir başlıkları bulunur.

Motor bloku ile silindir başlığı arasındaki bağlantı bir destekleme plâkası ve bir conta ile sağlanır. Soğutucu su geçitleri sızdırmazlık halkaları ile kapatılmıştır.

Silindir başlıkları üstten silindir başlık kapakları ile kapatılmıştır. Her bir silindirde merkezi durumdaki enjektör etrafında eşmerkezli olarak düzenlenmiş olan iki emme ve iki eksoz supabı bulunur.

Subaplar subap çeviricileri ile teçhiz edilmişlerdir. Bunlar subap kılavuzları içinde taşınır ve çift subap yayı vasıtasıyla oturaklarına karşılık tutulur. Eksoz subaplarının emme subaplarına göre daha kısa sapları vardır. Emme subaplarının başları eksoz subaplarına göre daha büyüktür.

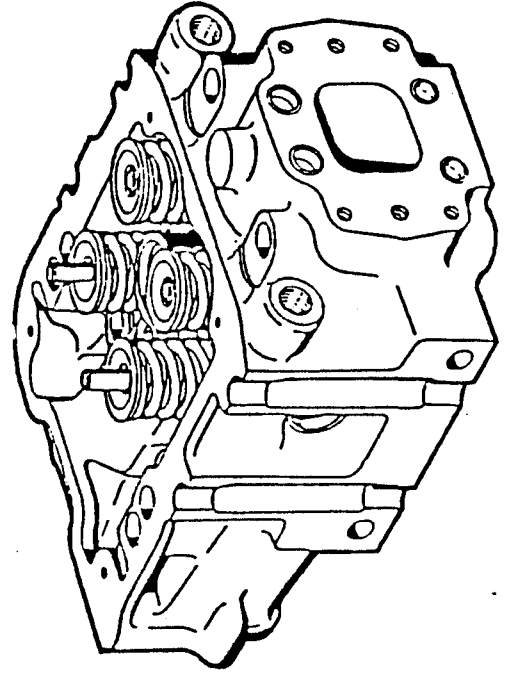
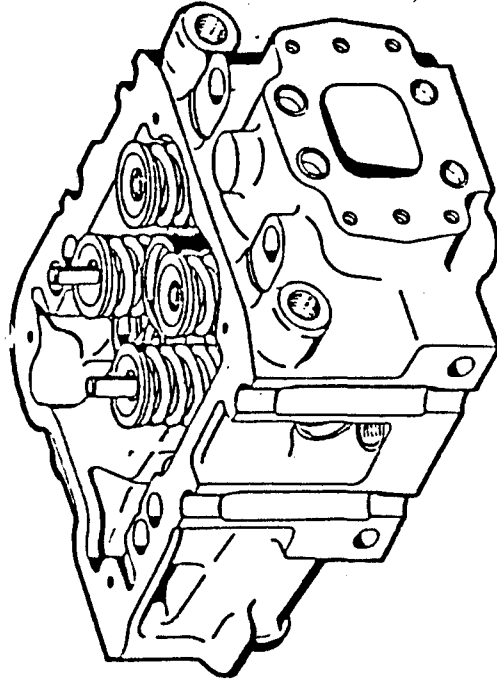
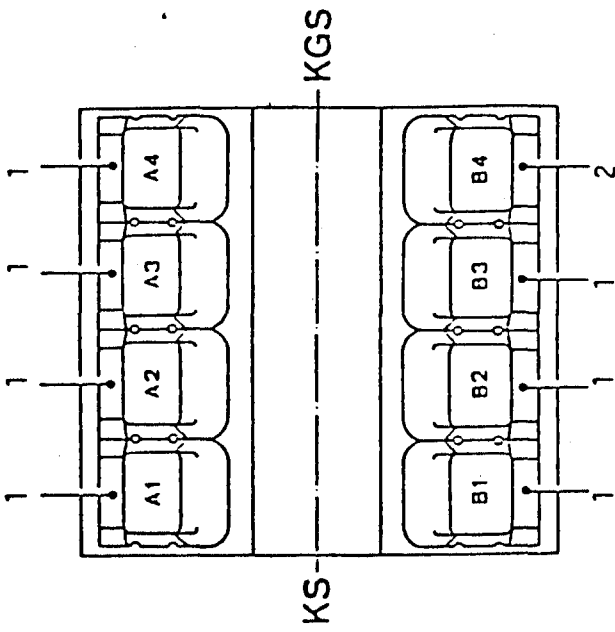
Enjektör silindir başlığına yukarıdan sokulur ve sızdırmazlık halkaları vasıtasıyla silindir başlığı içindeki yağ odasından ayrılır (sızdırmazlanır).

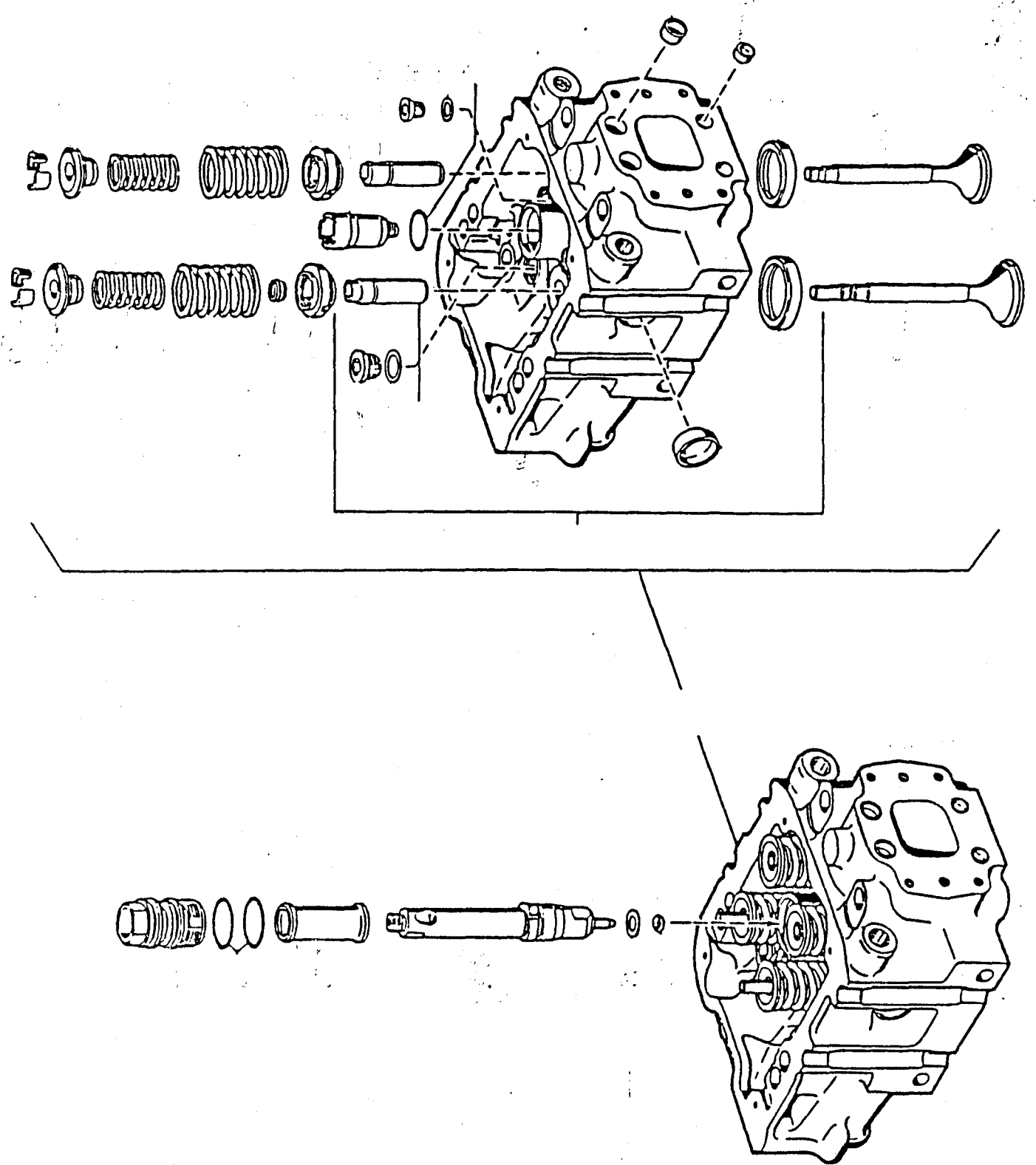
"Rotocap" subap çevirici alt yay tutucu içinde yer alır ve supaba pozitif dönüş kuvveti vermek suretiyle subap başı üzerinde mevzi ısı bölgeleri ve subap oturağında karbon birikintisi meydana gelmesine engel olur.

3.2.4. Eksoz türbokompresörü

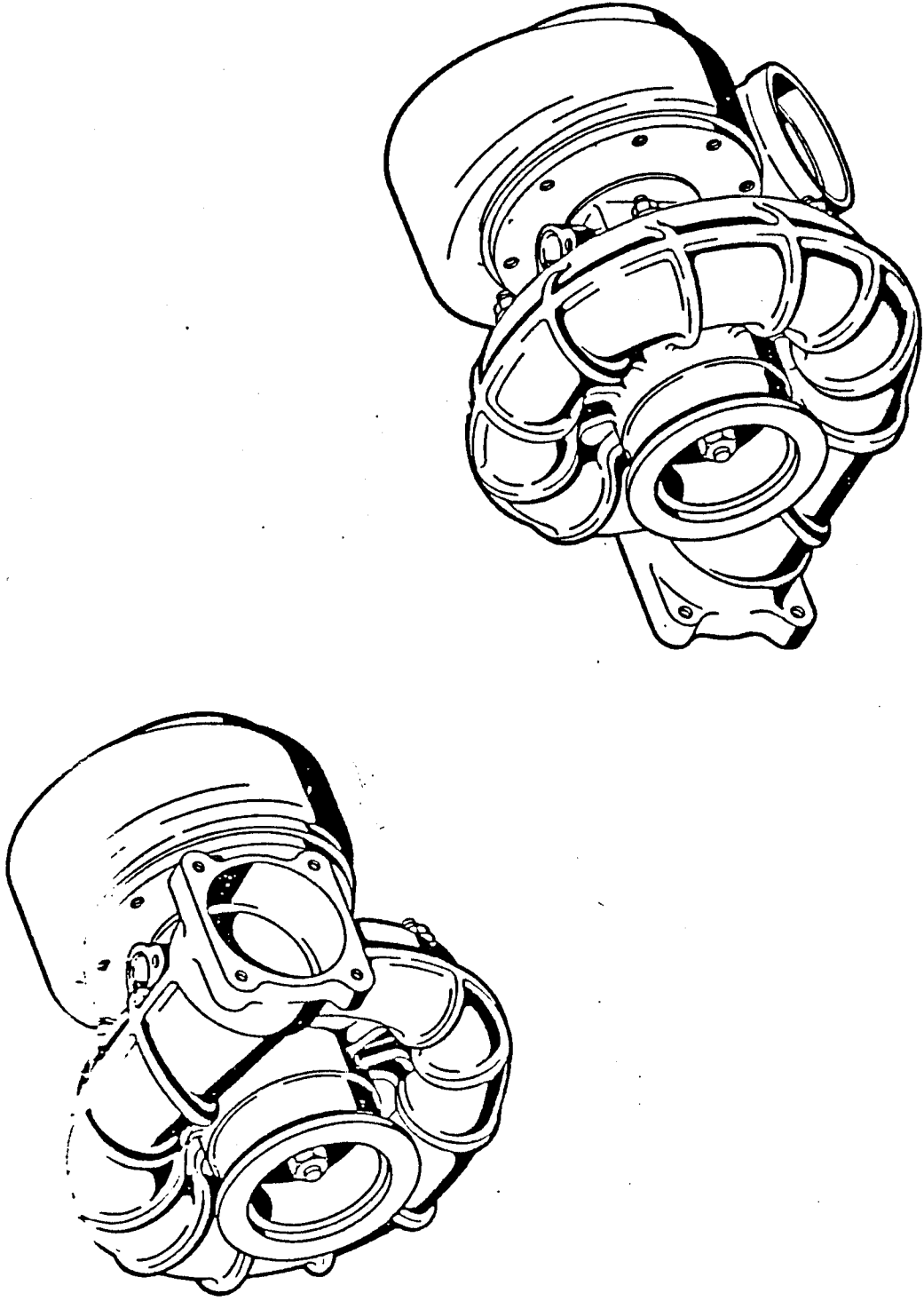
Türbokompresör, komple rotor takımını içeren üç parçalı bir muhafaza içinde yer alan bir kompresör ve türbinden ibarettir. Türbin muhafazası mengenerler vasıtasıyla yatak muhafazasına bağlanmış, kompresör muhafazası da benzer şekilde karşı plakaya bağlanmıştır.

Şekil 3.3. MTU Motoru Silindir Başlığı

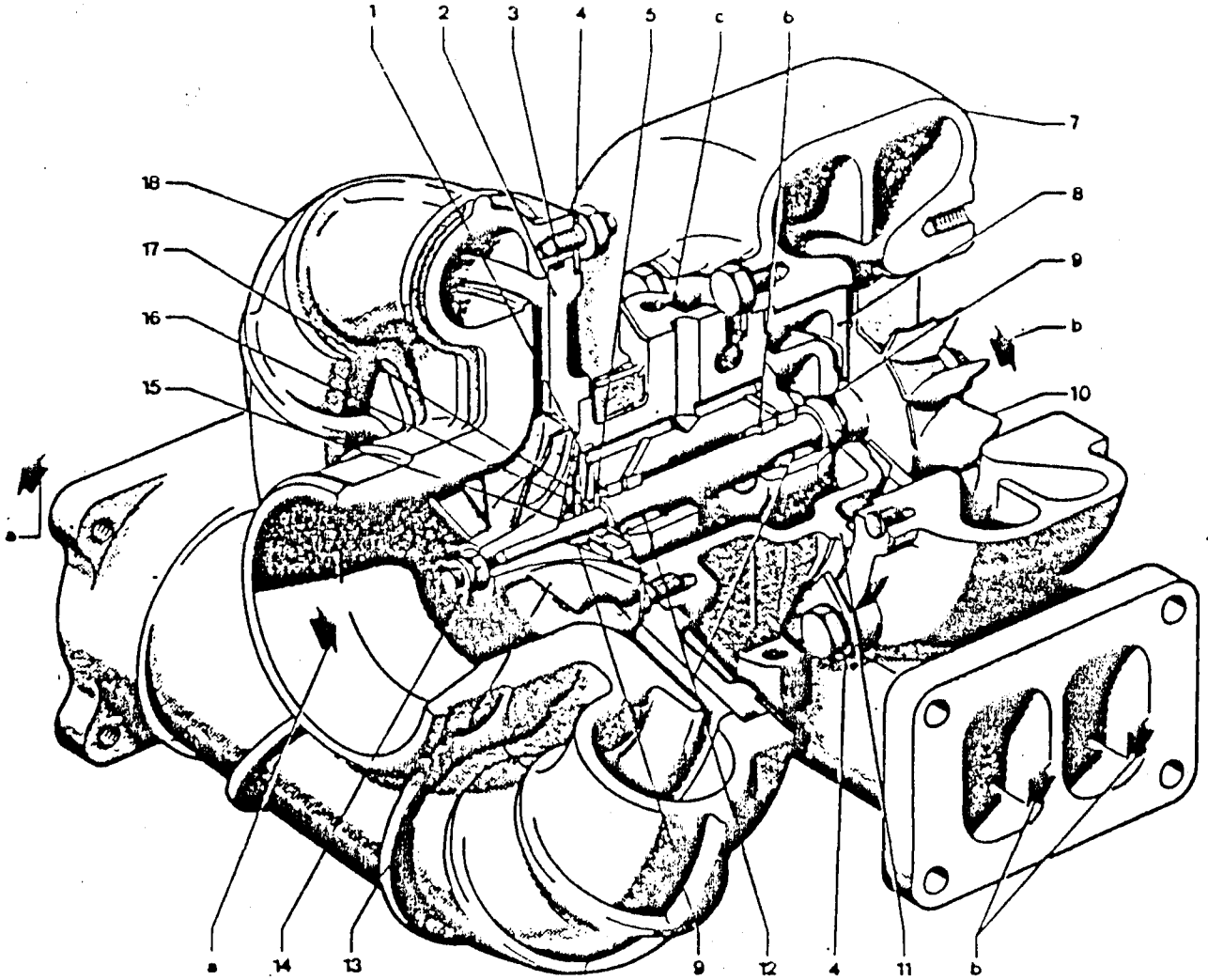




Şekil 3.4. Silindir Başlığının Parça Dağılımı



Şekil 3.5. MTU Motoruna Bağlanan Türbokompresör



- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| 1- Alın rondelası | 11- Yatak muhafazası |
| 2- Karşı plaka | 12- Yatak burcu |
| 3- Oring | 13- Kompresör çarkı |
| 4- Mengene | 14- Mil somunu |
| 5- Yatak halkası | 15- Paket gömleği |
| 6- Kilitleme halkası | 16- Kovan |
| 7- Türbin muhafazası | 17- Yağ deflektörü |
| 8- Isı perdesi | 18- Kompresör muhafazası |
| 9- Halka | |
| 10- Türbin rotörü | a Hava b Eksoz gazı c Motor yağı |

Şekil 3.6. Türbokompresörün Kesiti

Rotor takımı türbin çarkı üzerine kaynaklı bir mil ve bir mil somunu ile bağlanmış bir kompresör çarkından ibarettir.

Türbin, yatak muhafazası içinde burç yataklar ile desteklenir; aksiyal baskı kuvveti kompresör tarafındaki alın rondelası tarafından söndürülür.

Burç yataklar dizel motoru yağlama sisteminden gelen basınçlı yağ tarafından yağlanırlar, ki bu yağ aynı zamanda yatak muhafazasını ve rotor milini soğutur.

Rotor mili üzerindeki halkalar eksoz gazı ve doldurma (emme) havası bölümlerini yatak yağlama yağının nüfuz etmesine karşı korur ve eksoz gazı veya aşırı doldurma havasının yataklara nüfuz etmesini önler. Türbin tarafındaki ısı perdesi yatakları aşırı ısınmadan korur.

Eksoz türbokompresörünün çalışması şöyledir:

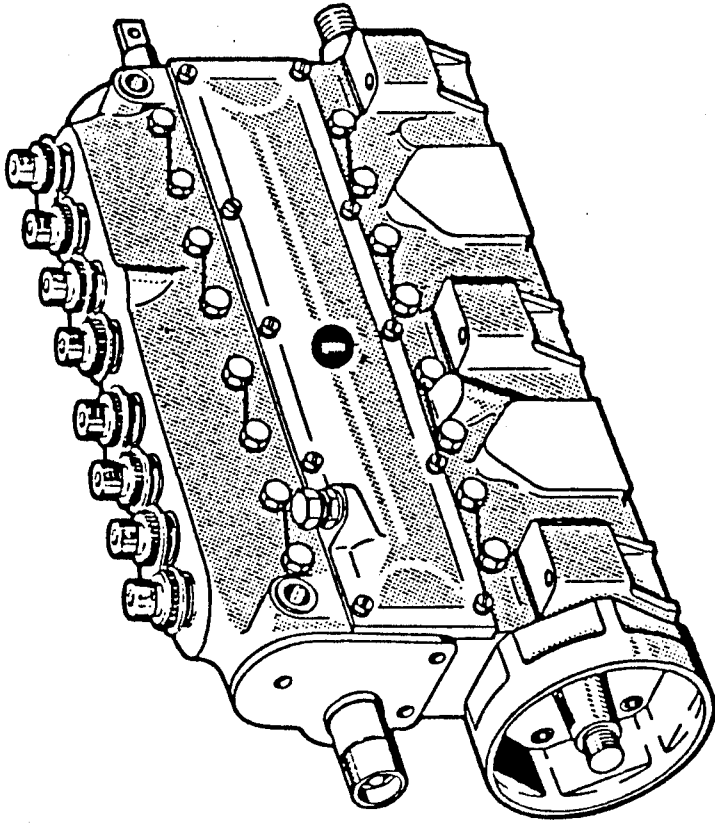
Silindirlerden gelen eksoz gazları manifoldlar içerisinden türbine yönlendirilerek türbin kanatlarına çarpar ve rotor takımının dönmesine neden olur. Kompresör çarkı temiz havayı içeri çeker, sıkıştırır ve aşırı doldurma hava manifoldları içerisinden yanma odalarına gönderir. Yanmış eksoz gazları eksoz borularından atmosfere boşaltılır.

3.2.5. Yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler

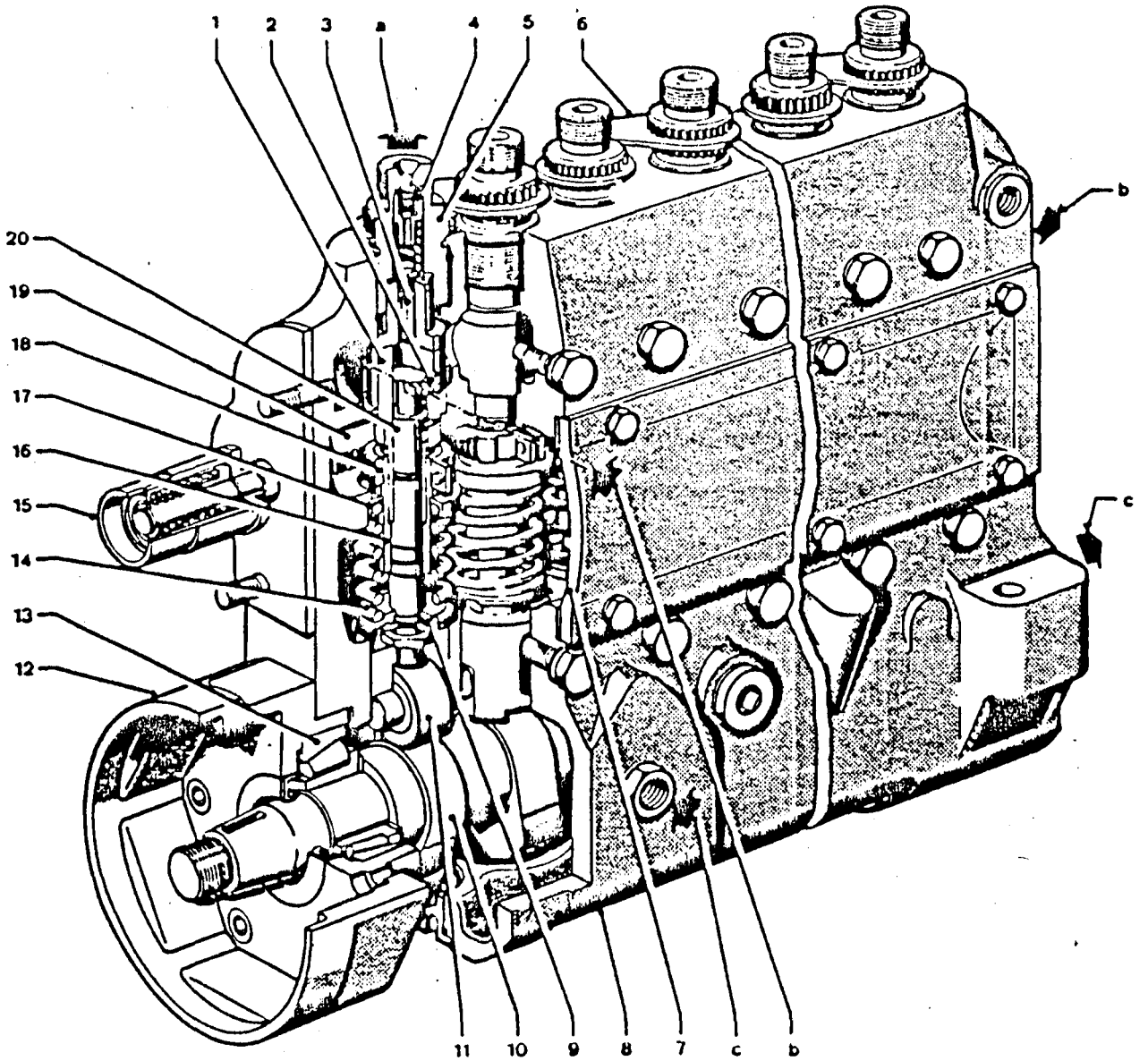
Yakıt püskürtme pompası motor silindirlerine motor yükünün bir fonksiyonu olarak uygun zaman aralıklarında ölçülü miktarda yakıt sağlar.

Pompa muhafazası hafif metal dökümdür. Üst kısmı emme galerilerinden ve pompa elemanlarını yerleştirmek için düşey deliklerden ibaret olup alt kısmı kam mili boşluğunu ve makara deliklerini içerir.

Her biri bir pim ile emniyetlendirilen ve bir plancır ve bir varilden (silindir) ibaret olan pompa elemanları üst muhafaza içinde yer alır.



Şekil 3.7. MTU Motorunun Enjeksiyon Pompası

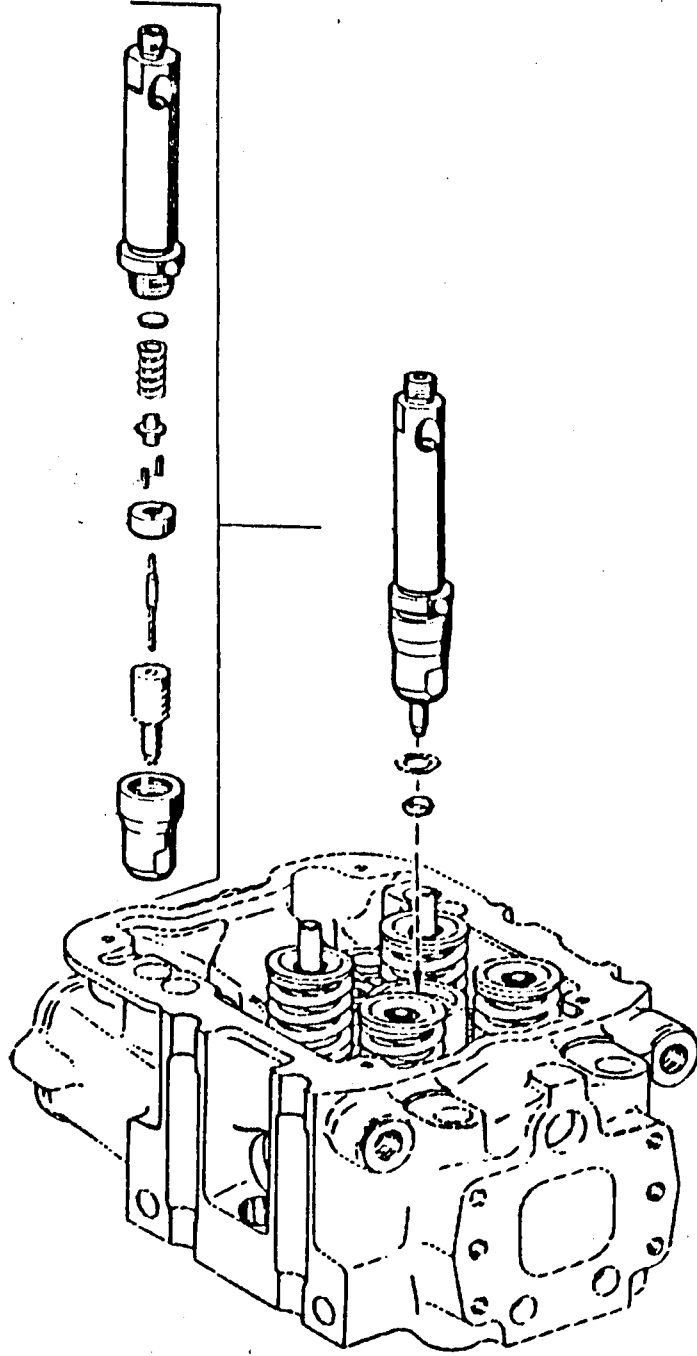


- 1- Varil
- 2- Çapraz delik
- 3- Dağıtım valfi
- 4- Geri dönüş tutucusu
- 5- Dağıtım valf tutucusu
- 6- Tutucu plaka
- 7- Kapak
- 8- Pompa muhafazası
- 9- Yay tutucu, alt
- 10- Kam mili
- 11- Makara

- 12- Çan muhafazası
- 13- Konik rulmanlı yatak
- 14- Plancır yayı
- 15- Hidrolik silindir
- 16- Kontrol kovana
- 17- Yay tutucu, üst
- 18- Dişli kadran
- 19- Kumanda kremayeri
- 20- Plancır

- a Yakıt çıkışı
- b Yakıt girişi ve çıkışı
- c Dizel motor yağ giriş ve çıkışı

Şekil 3.8. Enjeksiyon Pompasının Kesiti



Şekil 3.9. MTU Motorundaki Enjektörün Silindir Başlığına Bağlanması

Plancının kafası boylamasına bir helisel ve bir düz kanal şeklinde frezelenmiştir. Bu kanallar yakıt dağıtımının başlangıç ve bitimini tayin eder ve bundan sonra kontrol helisi ve boyuna kanal olarak adlandırılacaktır.

Her silindirde, üst ucuna dişli kadran eklenmiş olan bir kontrol kovanı bulunur. Bu dişli kadran pompa plancısını plancır yelkovanı boyunca çevirmek üzere kumanda kremayerine geçer.

Her pompa elemanının üzerinde yay-yüklü dağıtım valfi bulunur.

Teleskobik kumanda kremayeri üst muhafaza kısmının bir deliği içerisinde taşınır ve pompa plancısı üzerinde çalışmak için kumanda kremayeri ile eşleşir. Yakıt kremayerinin iç parçaları öyle dizayn edilmiştir ki her ikinci pompa elemanı silindir iptali üzerinden sıfır-dağıtıma döndürülebilir.

Pompa bir yağ besleme valfi ve bir harici boru üzerinden dizel motoru yağ sisteminden beslenir. Kam milinin her dönüşü kam mili boşluğuna yağ girişi için valfin açılmasını sağlar. Bir geri dökülme hattı maksimum yağ düzeyini tayin eder ve aşırı yağın tekrar kartere dönmemesine izin verir.

MTU motorlarında bir de silindir iptal sistemi vardır. Silindir iptal sisteminin harekete geçmesi düşük yük ile ve rölanti devrinde çalışma esnasında motor silindirlerinin yarısında yakıt enjeksiyonunu sıfıra düşürür, böylece "ateşleme yapan" silindirlerdeki yanma işlemi daha iyi olur ve yanmamış yakıtın neden olduğu yağ sulanması ve beyaz duman oluşumu azaltılır.

Yakıt enjektörü (meme ve tutucu takımı) bir baskı civatası vasıtasıyla silindir başlığı içine bağlanır. Yakıt püskürtme pompası tarafından gönderilen yakıtı yanma odası içerisine püskürtür. Püskürtme memesi, (delikli-tip bir meme) meme gövdesi ile meme iğnesinden ibarettir. Meme

gövdesi ile meme iğnesi birbirlerine hassas alıştırılarak geçirilmişlerdir ve ayrı olarak kullanılamazlar. Bunlar her zaman tek bir parça olarak düşünölmeli ve bu şekilde değiştirilmelidirler. İğnenin alt ucu iğne oturağı teşkil edecek şekilde (sızdırmazlık yüzeyi) koniktir. Püskürtölen yakıtın yanma odası içerisinde eşit dağılımını sağlamak için delikler meme gövdesi çevresinde simetrik olarak düzenlenmiştir. Meme aralayıcı blok karşısında durur ve blok da dişli meme tutucu kepi tarafından meme gövdesinin düz taşlanmış ucu karşısında tutulur.

Memenin açılmasına yakıt basıncı tarafından kumanda edilir; püskürtme pompasının hareketinin bir sonucu olarak meme iğnesi üzerine etki eden yakıtın basıncı derhal önceden ayarlı baskı pimi yay direncinden fazla bir değere yükselir, meme iğnesi oturağından kalkar ve yakıt doğrudan yanma odasına püskürtölür.

3.2.6. Regölatör

Regölatör, merkezkaç tipte, oransal-hareketli, hidrolik büyütöcölü değişken devirli bir cihazdır.

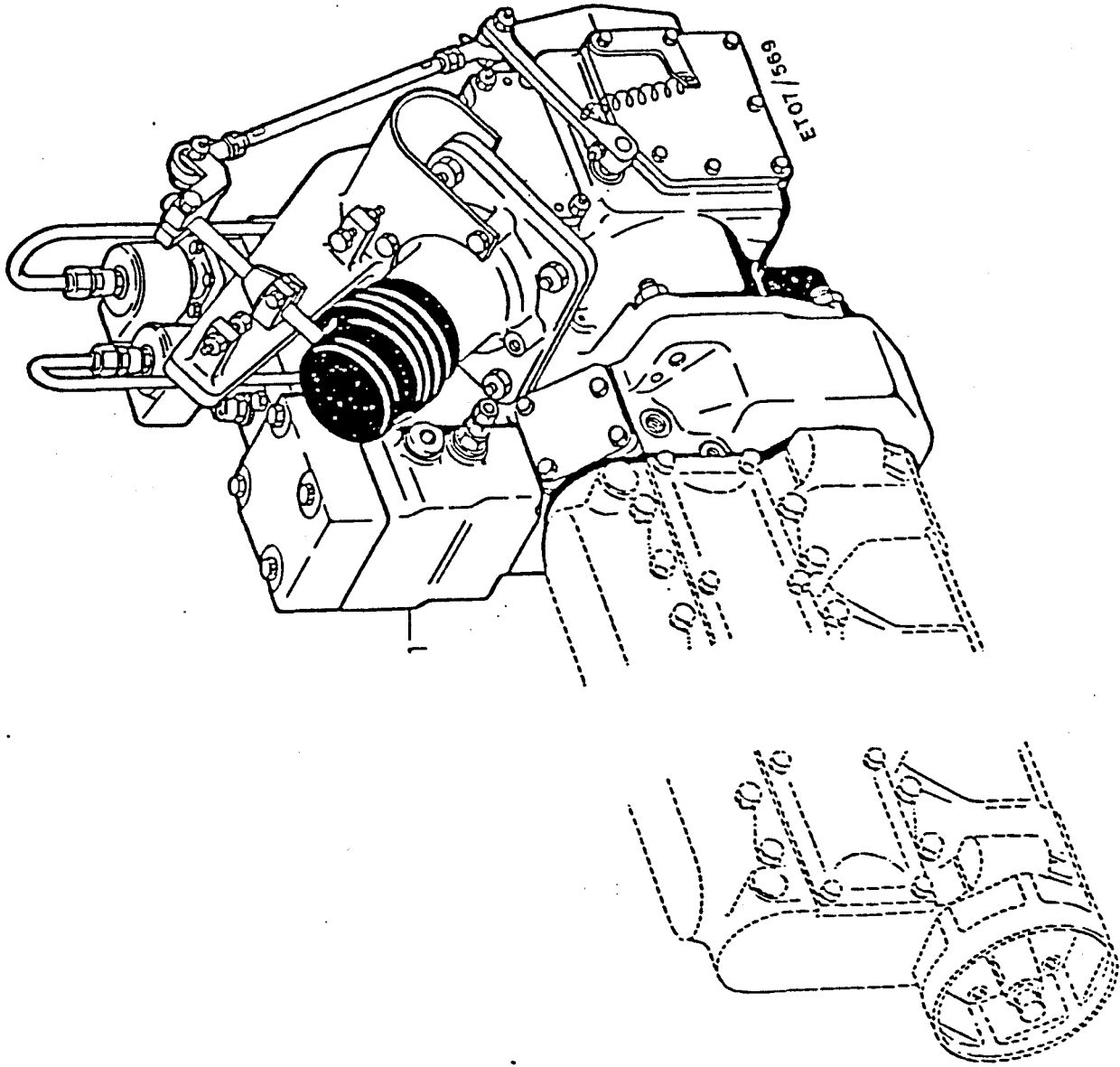
Regölatör dizel motoru yağlama yağı ile çalışır ve buna uygun olarak yağlama sistemine bağlanmıştır. Regölatör içindeki entegre dişli tip bir yağ pompası, marş devirlerinde dahi, hidrolik büyütme çalışması sağlar.

Regölatörün görevi değişken yük koşulları altında yakıt enjeksiyonunu değiştirmek suretiyle motor devrini devir düşüm sahası içerisinde sabit tutmaktır.

Devir düşümü ayarlanabilir olup iki veya daha fazla dizel motorunun paralel çalışmasında yükün bunlar arasında bölüşümüne izin verir.

Marş esnasında püskürtölen yakıt miktarını tayin eder ve dizel motorunun güç kapasitesine uygun gelecek şekilde yakıt enjeksiyonunu sınırlar.

Yağ basıncında bir tehlikeli durum ortaya çıktığında



Şekil 3.10. MTU Motoru Regülatörü

motorun rölanti devrine düğmesine yol açar.

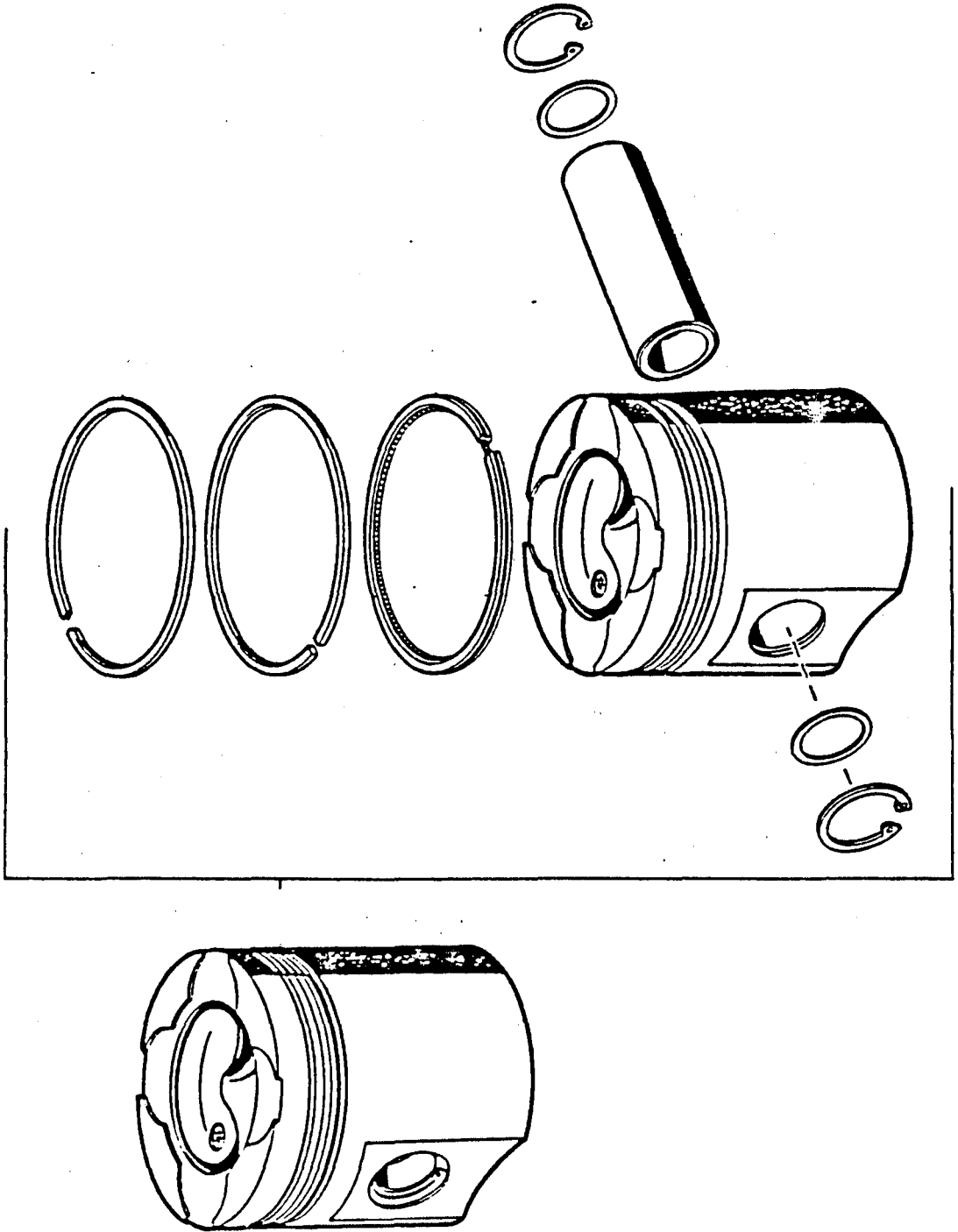
Dizel motorunun devir ayarlaması regülatör kumanda çubuğu üzerinde çalışan bir pnömatik devir ayarlama cihazı yoluyla yapılır.

3.2.7. Piston ve segmanlar

Piston, yanma sonucu oluşan gaz enerjisini piston pimi vasıtasıyla biyel koluna iletir. Piston yağ soğutmalıdır ve piston eteği ile piston başından ibarettir.

Hafif metal piston eteği piston pimi yatak desteği olarak dökümden tek parça şaşkin (pim deliği) imal edilmiştir.

Piston soğutma yağı besleme ve geri dönüş delikleri piston eteğine işlenmiştir. Çelik piston kafası (taç) gergi civataları ile eteğe bağlanmıştır. Piston eteğindeki dişli burçlar civata bağlantıları için güvenlik temin eder. Piston başı yanma odasını kartere sızdırmaz bir şekilde kapatan iki adet kompresyon segmanını taşır. Tamamen serbest piston pimi aksiyal yerdeğişimine karşı iki adet emniyet segmanı vasıtasıyla emniyetlendirilir ve merkezi olarak yerleştirilen yağ geri dönüş deliğinden çıkan piston soğutma yağı vasıtasıyla yağlanır.

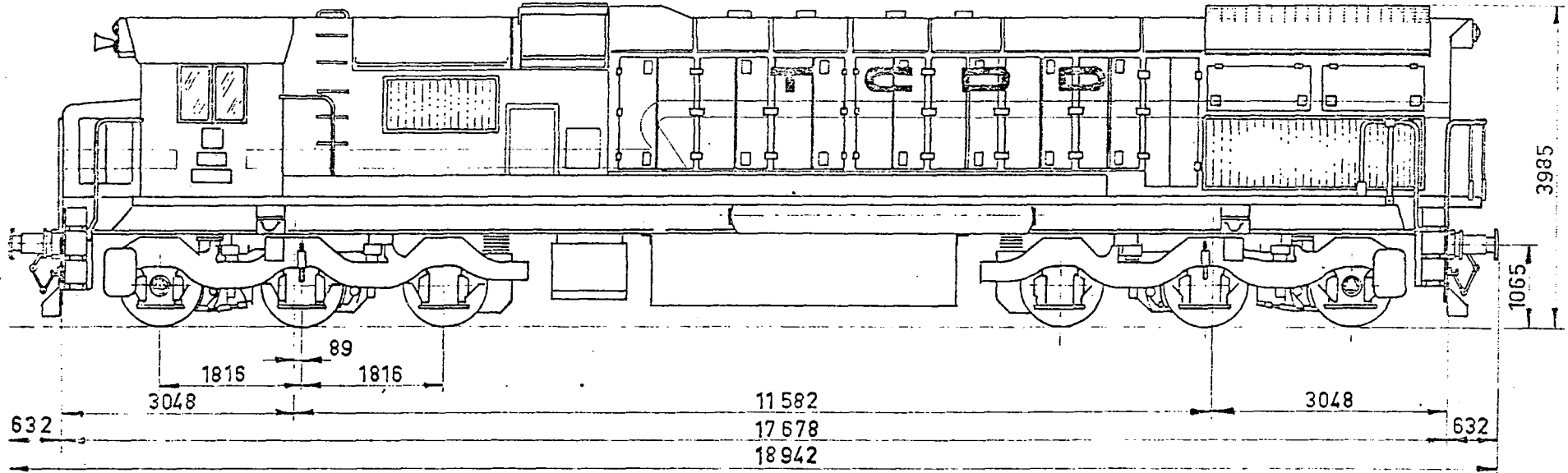


Şekil 3.11. MTU Motorunda Piston ve Segmanların Durumu

4. DE 22000 TİPİ LOKOMOTİFLER

4.1. Lokomotif ile İlgili Genel Bilgiler

Dingil tertibi	Co Co
Güç	2200 HP
Güç aktarma şekli	Elektrik
Yapım yılı	1985
Fren	Westinghouse 26L
Dizel motoru güç aktarma şekli	Alternatör- cer motorları ile
Cer motor adedi	6
Servis ağırlığı	117 ton
Azami dingil basıncı	19,5 ton
Tekerlek çapı	1016 mm
Yakıt deposu hacmi	5600 lt
Dizel motoru soğutma suyu miktarı	833 lt
Dizel motoru yağ miktarı	600 lt
Kum deposu kapasitesi	0,17 m ³
Azami hızı	122 km/h
Geçebileceği en dar kurp (viraj) yarıçapı	66,4 m



şekil 4.1. DE 22000 tipi General Motors lokomotifi

4.2. Lokomotif Motorunun Özellikleri

Tipi	GM 645 E
Silindir şekli	V 45°
Zamanı	2
Silindir adedi	16
Silindir çapı	230,19 mm
Strok	254,0 mm
Silindir hacmi	10,570 cm ³ (strok)
Sıkıştırma oranı	16/1
Toplam güç	2200 HP
Rölanti devri	318 d/dk
Normal çalışma devri	904 d/dk
Aşırı devri	1040 d/dk
Rölanti yağ basıncı	1-1,5 bar
Tam güç yağ basıncı	2,5-5 bar
Motor yağ kapasitesi	920 lt
Motor su kapasitesi	833 lt
Ateşleme sırası	
1-8-9-16-3-6-11-14-4-5-12-13-2-7-10-15	
Motor ölçüleri	
Eni	1600 mm
Boyu	5500 mm
Yüksekliği	2000 mm
Ağırlığı	14837 kg
Blöver adedi	2
Blöver tipi	Helisel kanatlı
Soğutma sistemi	Basıncılı
Eksoz supabı (her silindirde)	4
Yakıt enjeksiyonu	İğne valfli birim enjektör
Yakıt sarfiyatı (tam güçte).	173 gr/HPsaat

4.2.1. Krank mili

Krank mili, kol ve ana muyluları endüksiyonla sertleştirilmiş karbonlu çelikten dövülmüş motor elemanıdır.

Krank mili, flanşları civata ile birleştirilmiş iki kısımdan meydana gelmiştir. Dengeli bir çalışma sağlamak için karşı ağırlıklar vardır ve krank mili dinamik balanslıdır.

Yağ geçiş delikleri ana yatakların yağlanması sağlar.

4.2.2. Kam mili (Eksantrik)

Eksantrik mili düzeni ön ve arka bodur miller için flanşlı kısımlardan meydana gelir ve bu motorda merkez kısımlar arasında bir aralayıcı kullanılır.

Her bir silindirde iki eksoz supabı kamı, bir enjektör kamı ve iki yatak muylusu vardır. Çelik arkalı ve kurşun ağırlıklı yatak metalli iki yatak bloğu eksantrik milini takviye ederler.

4.2.3. Silindir başlığı ve subaplar

Silindir başlığı, su ve eksoz gazları için döküm pasajlı alaşımlı pikten yapılmıştır. Silindir başlığının altındaki, matkapla delinmiş su delikleri gömlekteki su deşarj deliklerini karşılar. Soğutma suyu başlık içinde devir-daim yapar ve başlık montaj flanşı tarafında monte edilmiş bir dirsekten boşaltılır. Silindir başlığı içindeki eksoz geçitleri karterdeki dirsekler ile sıralama meydana getirirler. Bunlar eksoz gazlarını su boşaltma manifoldu vasıtasıyla eksoz manifolduna iletirler.

Birim yakıt enjektör tatbiki için silindir başlığının merkezinde bir çukur vardır. Enjektörün doğru pozisyonlanmasından emin olmak bakımından başlık içinde enjektör tespit pimi için bir karşılama deliği vardır.

Pik subap kılavuzları silindir başlığına preslenerek monte edilmişlerdir.

Uzun saplı eksoz subapları krom-nikelli çelikten dövülmüş bir kafa ve sürtünme kaynağı ile sertleştirilmiş bir gövde şeklinde imal edilmişlerdir. Subap tırnakları konik bir yay oturağı içinde supabı tutarlar. Hassas subap kılavuzları uygun subap oturuşu sağlarlar.

4.2.4. Silindir gömleği ve su ceketı

Silindir gömleği, döküme tatbik edilmiş ve lehimlenmiş iki ayrı su ceketine sahip bir döküm parçasından ibarettir.

Bir sıra hava giriş delikleri gömleği tamamıyla çevreler. Gömleğin delikler altında dış tarafta bulunan bir flanşlı gömlek su besleme hattı için bir bağlantı sağlar. Bir su deflektörü giriş suyunun gömlek iç duvarına direkt olarak vurmasını önler.

Giren su, gömlek altı civarında devir-daim yapar ve oniki matkapla delinmiş delik yoluyla silindir başlığına boşalmak için yukarı doğru ilerler. Her deliğin etrafında bulunan bir havşa deliği, bir teflon ısı engeli ve silikonlu su contaı için yer sağlayarak silindir başlığı monte edildiğinde su geçitini izole eder. Bakır kaplı bir çelik conta silindir başlığı ve gömlek arasında bir yanma sızdırmazlığı sağlar.

4.2.5. Blöver

Blöver kendisini çevreleyerek üzerine konulan alüminyum bir yuva içinde dönen bir çift helisel uç yuvarlak uçlu rotordan ibarettir. Bu şekil dizayn motor devrine orantılı olarak alçak basınç altında büyük hacimde hava sağlar. Bir motorda iki adet blöver vardır.

Blöverdeki her bir rotor tüp biçiminde çelik mile pres edilmiştir. Bu millerin motor ucu tarafı arka uç pleyt yatakları içine muylularla takviye edilmiştir. Millerin ön, ya da dişli uçları tarafı testere dişlidir. Testere dişli deliklere sahip flanşlı göbekler, testere dişli tüp

biçiminde mil uçları üzerine pres edilerek geçirilmiştir ve yatak muyluları görevini yaparlar ve eşleşmiş bir çift helis rotor dişlisi için flanş tahrik ederler.

Blöver rotor yatakları yardımcı tahrik yuvasından verilen motor yağı ile basınçlı yağlamalıdır. Yağ, uç pleytleri içinde matkapla delinmiş geçitlerden yataklara verilir. Her iki uç pleyti yuvanın üst merkezinde bulunan bir yağ geçiti ile bağlanmıştır.

Her bir blöver eksantrik mili dişli düzeni içinde bulunan blöver tahrik dişlisi ile tahrik edilir.

4.2.6. Piston ve segmanlar

Piston tertibatı, alaşımli pik piston, dört kompresyon segmanı ve iki yağ kontrol segmanından meydana gelmiştir. Motorun çalışması sırasında pistonun dönmesine veya "oynamasına" müsaade etmek için piston taşıyıcısı piston tertibatı ile beraber kullanılır. Taşıyıcı, iç piston platformunda pistona destek olur. Platform ile taşıyıcı arasında bir alın rondela kullanılır. Taşıyıcı, piston içinde bulunan bir çıtçıt rondela vasıtasıyla piston içinde uygun durumda tutulur.

İki yağ kontrol segmanı ile alınan yağ, pistonun altında bulunan yağ deliklerinden geçer.

Pistonun iç kısımları piston soğutma yağı ile yağlanır ve soğutulur. Soğutma yağı piston taşıyıcısı içinde matkapla açılmış bir geçitten yönlendirilir, piston taç bölgesinin alt tarafı civarında dolaşır ve daha sonra taşıyıcı içinde bulunan iki delikten süzülür.

4.2.7. Enjektörler

Daha çok GM (General Motors) motorlarında kullanılan özel bir enjektör-pompa tipi vardır. Bunun diğer yakıt sistemlerinden başlıca farkı, yüksek basınç borularının olmamasıdır. Böylece, borularda oluşan yakıt titreşimleri ve

püskürtme gecikmesi önlenir. Buna karşılık enjektör-pompayı çalıştırabilmek için motor üzerinde itecekler ve külbütör mekanizması gibi bazı ek parçalara gerek vardır. Bu tip pompalar, hem pompa hem de enjektör olarak çalışırlar.

DE 22000 tipi lokomotif motorunda her bir silindir başlığının merkezindeki bir konik delik içine, püskürtme ucu başlık tabanından hafifçe aşağıya çıkacak şekilde bir enjektör yerleştirilmiş ve oturtulmuştur. Silindir içinde bir pimle pozisyonlandırılmış ve bir enjektör krepisi ve somunu ile yerinde tutulmuştur.

Enjektörün dış çalışan parçaları enjektör külbütör kolu ayar vidasından gelen yağla yağlanır. İç çalışan parçalar enjektör içinden akan yakıtla yağlanır ve soğutulur.

Külbütör kolu ve plancır iticisini hareket ettiren enjektör kamı vasıtasıyla plancıra sabit stroklu bir ileri geri hareketi verilir.

4.2.8. Regülatör

Regülatörün görevi, motor devrini makinist tarafından tayin edilen bir değerde tutmaktır. Regülatör, makinist tarafından seçilen motor devrini sürdürmek için elektro-hidrolik devir kontrolüne sahiptir.

Regülatörün ana parçaları şunlardır: Devir duyucu düzen (devir ayarlayıcı yay ve döner ağırlıklar), yakıt yağlama kumandası (güç pistonu), dengeleme mekanizması (güç pistonu pilot valfi üzerinde dengeleme set kısmı, tampon piston ve yayları) ve bağımsız yağ sistemi (yağ haznesi, yağ pompası, akümülatörler ve bağlantı geçitleri).

Regülatör, motor yağ basıncının düşmesi, yağ sıcaklığının yükselmesi durumunda veya düşük su veya karter basıncı detektörünün (bulucu) çalışması sonucunda harekete geçtiği zaman motoru stop ettiren motor koruyucu cihazlarını kapsar.

Regülatör depolama haznesi, döner dişli pompa ve akü-

mülatörlerden ibaret olan kendinden kontrollu hidrolik yağ sistemine sahiptir. Yağ, hareket eden parçaları yağlar ve regülatörün değişik parçalarını çalıştırmak için gerekli olan kuvveti sağlar.

5. LOKOMOTİF MOTORLARININ GENEL ARIZALARI VE NEDENLERİ

5.1. DE 24000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri

1- Marş yapmadan önceki arızalar

a) Volan elle çevrildiğinde dönüyor

- 1- Silindirlerde su var.
- 2- Dönen kısmında sabit kısma sürtme var.
- 3- Dişliler arasında parça var.
- 4- Silindirlerde parça var (subap kesmesi, yuva düşmesi).
- 5- Silindirlerde sarma var.
- 6- Yataklarda sarma var.

b) Dekompresyon ventillerinden su geliyor:

- 1- Silindir başlığı çatlak.
- 2- Silindir gömleği çatlak.
- 3- Türbokompresör gövdesi çatlak.
- 4- Hava soğutucuları patlak.

c) Ön yağlama ile yeterli basınç sağlanamıyor:

- 1- Ön yağlama pompası arızalı.
- 2- Yağ emiş borularından hava alıyor.
- 3- Kısa devre (by-pass) musluğu açık veya kaçırıyor.
- 4- Yağ basıncı ayar ventili arızalı.

2- Marş esnasındaki arızalar

a) Motor yavaş dönüyor:

- 1- Batarya voltajı düşüktür.
- 2- Motor yağı soğuktur.
- 3- Motor yağı kalındır.

b) Motor normal dönüyor, fakat ateşlemiyor:

- 1- Yakıt ikmal pompası çalışmıyor.
- 2- Yakıt basıncı düşük (1,5 bar'ın altında)
- 3- Yakıt sisteminde hava vardır.
- 4- Regülatör arızalı.

c) Motor normal dönüyor, fakat muntazam ateşlemiyor:

- 1- Enjeksiyon pompa elemanları normal değil.

- 2- Enjektörler normal değil, memeleri sıkışmış olabilir.
- 3- Yakıt donanımında hava vardır.
- 4- Yakıt donanımında su vardır.
- 5- Silindirlerde kompresyon kaybı vardır.
- 6- Yakıt basıncı düşüktür.

d) Normal yağ basıncını birkaç saniyede sağlamıyor:

- 1- Yağ basıncı ayar ventili kaçırıyor.
- 2- Yağ pompaları arızalı.
- 3- Yağ pompası emniyet supabı arızalı.
- 4- Kısa devre (by-pass) musluğu açık.
- 5- Yağ seviyesi düşük.
- 6- Yağ filtresi kirli.
- 7- Yataklarda fazla boşluk var.
- 8- Yağlama sisteminde kaçak var.
- 9- Yağ basınç manometresi arızalı olabilir.

3- Marştan sonraki arızalar

a) Motor bol siyah duman yapıyor:

- 1- Regülatör arızalı olabilir.
- 2- Birkaç silindir normal ateşlemiyor.
- 3- Türbokompresör arızalı olabilir.
- 4- Motor aşırı yükte çalışıyor.
- 5- Hava emme filtreleri tıkalı.
- 6- Hava soğutucuları tıkalı.
- 7- Emme manifoldlarında hava kaçağı var.
- 8- Eksoz manifoldlarında kaçak var.
- 9- Ön yanma odası memeleri iyi değil.
- 10- Silindirlerde sarma başlangıcı var.

b) Motor beyaz (açık mavi) duman yapıyor:

- 1- Motor soğuk.
- 2- Enjektör basınçları ayarsız.
- 3- Silindir gömleği ve segmanlar aşıntılı.
- 4- Silindirlerde kompresyon kaybı var.
- 5- Karter yağ seviyesi yüksek.
- 6- Yağ ince.

- 7- Piston üst yüzeyinde çatlak var.
 - 8- Ön yanma odası memeleri iyi değil.
 - 9- Yakıt püskürtme pompası avansı az.
 - 10- Yakıt püskürtme pompası yakıt miktarı fazla.
 - 11- Yakıt kalitesi iyi değil.
- c) Motor vuruntu yapıyor ve muntazam çalışmıyor:
- 1- Püskürtme avansı fazla.
 - 2- Enjektör memeleri sıkışık.
 - 3- Yataklarda boşluk fazla.
 - 4- Piston pimi ve burcunda boşluk fazla.
 - 5- Titreşim damperi sustaları kırık veya irtibat parçaları arızalı.
 - 6- Elâstik kaplin susta ve yuvaları aşıntılı.
 - 7- Eksoz manifoldlarında kaçak var.
 - 8- Yakıt püskürtme pompası arızalı.
 - 9- Segmanlarda kaynama var.
- d) Karter havalandırmadan anormal duman çıkıyor:
- 1- Yağ sıcaklığı yüksek.
 - 2- Yataklarda sarma başlangıcı var.
 - 3- Piston üst yüzeyi çatlak.
 - 4- Segmanlar aşıntılı ve kaynama var.
 - 5- Yağda su var.
- e) Yağ basıncı düşüyor:
- 1- Yağ pompası arızalı.
 - 2- Yağ pompası emniyet supabı arızalı.
 - 3- Yağ termostatik valfi arızalı.
 - 4- Yağ filtresi tıkalı.
 - 5- Yataklarda boşluk fazla.
 - 6- Donanımda yağ kaçağı var.
 - 7- Kısa devre (by-pass) musluğu açık.
 - 8- Yağ sıcaklığı yüksek.
 - 9- Yağ kalitesi iyi değil.
 - 10- Yağ seviyesi düşük.
 - 11- Yağ ince.
 - 12- Manometre arızalı.

f) Yağ basıncı yükseliyor:

- 1- Yağ basıncı ayar ventili çalışmıyor.
- 2- Yağ donanımında kısmi tıkanmalar var.
- 3- Yağ kalın.
- 4- Yağda tortu var.
- 5- Manometre arızalı.

g) Yük sabit iken yakıt sarfiyatı artıyor:

- 1- Regülatör arızalı.
- 2- Yakıt enjeksiyon pompası ayarsız.
- 3- Hava filtreleri tıkalı.
- 4- Hava soğutucuları tıkalı.
- 5- Yataklarda sarma başlangıcı var.
- 6- Soğutma suyu sıcaklığı yüksek.
- 7- Yakıt sıcaklığı yüksek.
- 8- Yağ sıcaklığı düşük.
- 9- Yakıt kalitesi iyi değil.
- 10- Türbokompresör basıncı düşük.

h) Motor aniden stop ediyor:

- 1- Yakıtta su var.
- 2- Yataklarda sarma var.
- 3- Emniyet devrelerinde çalışma var.
- 4- Silindirlerde sarma var.
- 5- Yakıt donanımında hava var.

ı) Su sıcaklığı yükseliyor:

- 1- Su pompaları arızalı.
- 2- Radyatörler içten veya dıştan tıkalı.
- 3- Su termostatik valfi arızalı.
- 4- Su donanımında hava var.
- 5- Fanlar normal çalışmıyor.
- 6- Donanımda kompresyon kaçağı var.
- 7- Yüksek sıcaklık soğutma suyu devresi (HT) çek-
valfi çalışmıyor.

i) Yağ sıcaklığı yükseliyor:

- 1- Yağ soğutucusu arızalı veya tıkalı.
- 2- Yağ termostatik valfi arızalı.

- 3- Yağ pompaları yetersiz.
- 4- Yağ seviyesi düşük.
- 5- Yataklarda sarma var.
- 6- Silindirlerde sarma var.
- 7- Alçak sıcaklık soğutma suyu devresi su sıcaklığı yüksek.
- 8- Donanımdaki yağ devir daimi normal değil.

j) Motor taramalı çalışıyor:

- 1- Regülatörde yağ noksan.
- 2- Kumanda kollarında boşluk fazla.
- 3- Yük reostası ayarı iyi değil.
- 4- Regülatör arızalı.
- 5- Regülatör tarama vidası ayarsız.
- 6- Pompa kremayerleri sıkı.

k) Türbokompresör basınçları düşük:

- 1- Motor da eksoz kaybı var.
- 2- Türbokompresör hava emme körüğü patlak.
- 3- Türbokompresörün, türbin çıkışındaki karşı basıncı yüksek.
- 4- Türbokompresör kanatlarında karbon birikmesi, balans ayarının bozuk olması, türbokompresör kanatlarının uç kısmının kırık olması.
- 5- Türbokompresör hava soğutucularının, türbokompresörün başmış olduğu havayı soğutamaması (soğutucular kireç bağlamış olabilir).

5.2. DE 11000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri

a) Eksoz gazı siyah ise muhtelif arızalar:

- 1- Hava filtresi kirli.
- 2- Türbokompresör basıncı düşük.
- 3- Hava donanımında kaçak var.
- 4- Motor bayılma yapıyor.
- 5- Eksoz gazı borusu kirli.
- 6- Eksoz karşı basıncı yüksek.
- 7- Enjeksiyon pompası arızalı.

- 8- Enjektörler arızalı.
- 9- Püskürtme zamanı yanlış.
- 10- Subap ayarları bozuk.

5.3. DE 22000 Tipi Lokomotifin Motor Arızaları ve Nedenleri

- a) Krank mili uygun hızda döndüğünde motor çalışmıyor
 - 1- Motor koruyucu aletleri atmıştır.
 - 2- Silindirlere hiç yakıt ulaşmıyor.
 - 3- Silindirlere yeterince taze hava sevk edilemiyor.
 - 4- Eksoz sistemi tıkalı.
- b) Düşük yakıt basıncı:
 - 1- Yetersiz yakıt beslemesi var.
 - 2- Basınç emniyet valfi hareketsiz.
 - 3- Yakıt filtreleri tıkalı.
 - 4- Yağlama sistemine yakıt sızıyor.
 - 5- Emme sızıntısı veya engeli var.
 - 6- Yakıt pompası hatalı çalışıyor.
 - 7- Yakıt tankında yabancı madde var.
- c) Yardımcı yağ sisteminden yağ sevki yetersiz:
 - 1- Yağ sisteminde tıkalı filtreler veya tıkalı soğutucular var.
 - 2- Yağ sızması var.
- d) Yağlama yağı sıcaklığı yüksek:
 - 1- Yetersiz yağ beslemesi var.
 - 2- Yardımcı yağ sistemi/yağ filtreleri iyi çalışmıyor.
 - 3- Yağ soğutucu iyi çalışmıyor.
 - 4- Motor aksamında aşırı ısınma var.
- e) Yağlama yağı aşırı kullanılıyor:
 - 1- Eksoz bacasından yağ kaybı var.
 - 2- Güç düzenleri aşınmış (piston, segmanlar ve gömlek).
 - 3- Piston segmanları uygun olmayan şekilde takılmış.
 - 4- Blöver rotoru uç keçeleri bozuk.

- f) Düşük motor yağ basıncı:
- 1- Yetersiz yağ beslemesi var.
 - 2- Sulanmış yağ beslemesi.
 - 3- Yağlama yağı yardımcı sistemi hatalı çalışıyor.
 - 4- Süzgeçler tıkalı veya süzgeç kutusunda tortu var.
 - 5- Yatak yağ besleme borularında hata var.
 - 6- Yağ boru hattından sızma ve emme kaçakları var.
 - 7- Ana yağlama pompası hatalı çalışıyor.
 - 8- Ana yağ basınç göstergesi hatalı çalışıyor.
 - 9- Arka dişli düzeni yağ borusu görev yapmıyor.
- g) Sulanmış kirlenmiş veya uygun olmayan yağ:
- 1- Yağlama yağına yakıt sızması var.
 - 2- Yağlama yağında su kirleri var.
- h) Düşük su basıncı:
- 1- Genleşme tankı havalandırma valfi arızalı.
 - 2- Doldurma parçaları hasarlı.
 - 3- Yetersiz soğutucu sevki.
 - 4- Su pompası arızalı.
- ı) Motor aniden duruyor:
- 1- Aşırı devir atma levyesi değiştirilmiştir.
 - 2- Yetersiz yakıt beslemesi.
 - 3- Karter basınç bekçisi atmıştır.
 - 4- Düşük su bekçisi atmıştır.
 - 5- Sıcak yağ bekçisi atmıştır.
 - 6- Düşük yağ basıncı.
 - 7- Hava girişinde tıkanma var.
- i) Motor devri taramalı:
- 1- Enjektör kumanda kol düzeninin hatalı çalışması var.
 - 2- Yanlış regülatör yağ seviyesi (az veya çok).
 - 3- Regülatörde hava var.
- j) Motorda vuruntu var:
- 1- Motorda aşırı yük var.
 - 2- Yanlış silindir ateşlemesi.
 - 3- Hasarlanmış biyel kolları var.

k) Motor siyah veya gri duman çıkartıyor:

- 1- Hatalı enjektörler var.
- 2- Kırık segmanlar veya arızalı güç düzeni aksamı.
- 3- Hava kutusunda sınırlı hava akışı var.
- 4- Arızalı blöver var.
- 5- Yakıt sistemi arızalı.
- 6- Regülatör hatalı çalışıyor.
- 7- Motor aşırı yükleniyor.
- 8- Tıkalı hava filtreleri var.
- 9- Eksoz geri basıncı yüksek.
- 10- Eksoz supabı zaman ayarı hatalı.

l) Motor mavi duman çıkarıyor:

- 1- Motor soğuk.
- 2- Yağ kaçakları veya yanan yağ var.

6. ÇEŞİTLİ LOKOMOTİF MOTOR PARÇALARININ TÜRKİYE'DEKİ İMALAT DURUMU

Burada lokomotif motorlarının çeşitli parçalarının Türkiye'deki imalat durumu incelenirken DE 24000 tipi lokomotif motorundan SEMT-PIELSTICK motoru, DE 11000 tipi lokomotif motorundan MTU motoru ve DE 22000 tipi lokomotif motorundan da GM motoru diye bahsedilecektir.

Yine lokomotif motor parçalarının imalat durumu incelenirken DE 11000 tipi lokomotifin motor parçaları belirtilmeyecektir. Çünkü MTU motorunun sözkonusu parçalarının tamamı Federal Almanya'dan ithal yoluyla sağlanmaktadır. DE 11000 tipi lokomotifin Türkiye'deki kullanımı çok yenidir ve MTU firması lokomotiflerin garanti süresi dolmadığından bu parçaların Türkiye'de üretilmesine izin vermemektedir. Ayrıca sözkonusu parçaların yıllık tüketim miktarı da henüz belli olmamıştır.

GM motorunun da belirtilen parçalarının tamamı şimdilik ABD'den ithal edilmektedir. Yine bu tip lokomotifler de Türkiye'de yeni kullanılmaya başlandığından yıllık ortalama parça tüketimi belli değildir.

Türkiye'de en çok kullanılan ve en eski dizel elektrikli lokomotiflerden olan (hizmete girişi 1970 yılı) DE 24000 tipi lokomotiflerin motor parçalarının çoğu Türkiye'de imal edilmektedir ve yıllık kullanım ile ilgili en kapsamlı bilgiler de bu tip lokomotiflere aittir.

6.1. Krank Mili

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan krank mili Türkiye'de üretilmemekte, Fransa'dan MAVILOR firmasından ithal edilmektedir. Bu krank milinden TCDD'nin yıllık ihtiyacı 16 adet olup bunun maliyeti Şubat-1991 birim fiyatlarıyla 1424000 FF (yaklaşık 926 milyon TL) 'dir.

GM motorlarında kullanılan krank milinin birim fiyatı 26400 ABD Doları (yaklaşık 87 milyon TL) 'dir.

Krank milinin Türkiye'de üretilmemesinin sebepleri, teknoloji eksikliği, tezgâh kapasitesinin yetersiz oluşu, bu krankların yıllık kullanım miktarının çok az oluşu ve üretim maliyetlerini kurtarmamasıdır.

Krank mili Türkiye'de üretilmemesine rağmen bazı fabrikalarda uygun bir şekilde işlenebilmektedir. Bu tesislerin en belirginleri Ankara Demiryol Fabrikası, Eskişehir TÜLOMSAŞ tesisleridir.

6.2. Kam Mili (Eksantrik)

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan kam milleri Fransa'dan ALSTHOM firmasından ithal edilmektedir. Kam milinin yıllık kullanım miktarı 16 adet olup toplam maliyeti 131000 FF (yaklaşık 85 milyon TL) 'dir.

GM motorlarında iki adet (sağ ve sol olmak üzere) kam mili kullanılmakta olup birim fiyatı 3000 ABD Doları (yaklaşık 9,9 milyon TL) 'dir.

Türkiye'de üretilmemesinin nedenleri de krank mili ile aynıdır.

6.3. Silindir Gömleği ve Su Çeketi

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan silindir gömleği ve su çeketi Türkiye'de imal edilmektedir. ERKUNT ve ŞAFAK DÖKÜM gibi firmalar bu parçaları kaliteli bir şekilde üretmekte ve birkaç yıldır sorunsuz kullanılmaktadır. Silindir gömleğinin yıllık kullanımını 800 adet olup toplam maliyeti 80 milyon TL (1991 birim fiyatları ile) civarındadır. Su çeketinin kullanımını da aynı olup toplam maliyeti 1991 birim fiyatlarıyla 264 milyon TL civarındadır.

6.4. Silindir Başlığı ve Subaplar

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan silindir başlığı Türkiye'de ŞAFAK DÖKÜM firmasında yapılmakta, ancak Eskişehir'de TÜLOMSAŞ tesislerinde işlenmektedir. Bu baş-

lıklar da birkaç yıldır sorunsuz kullanılmaktadır.

Subaplar Türkiye'de SUPSAN-SUPAR-TETİK gibi firmalarda üretilmektedir. Kalite açısından herhangi bir sorun yoktur.

Silindir başlığının yıllık ortalama kullanımı 640 adet olup toplam maliyeti 1,2 milyar TL ve emme ve eksoz subaplarının yıllık ortalama kullanımı 1600'er adet olup toplam maliyetleri 40'ar milyon TL'dir.

GM motorlarında kullanılan başlığın birim fiyatı 745 ABD Doları (yaklaşık 2,5 milyon TL) ve eksoz subapının birim fiyatı 47 ABD Doları (yaklaşık 155 bin TL)'dir.

6.5. Türbokompresör veya Blöver

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan HS 410 El tipi türbokompresör Fransa'dan HİSPANO-SUIZA firmasından ithal edilmektedir. Bu türbokompresörün bazı parçaları Türkiye'de imal edilmekle beraber en önemli parçaları (yüksek ısıya maruz kalan türbo paletleri gibi) ithal yoluyla sağlanmaktadır.

Türbokompresörün yıllık ortalama kullanımı 40 adet olup toplam maliyeti 4400000 FF (yaklaşık 2,86 milyar TL)'dir.

GM motorlarında kullanılan blöverin birim fiyatı (sağ veya sol) 9000 ABD Doları (yaklaşık 30 milyon TL)'dir.

Türbokompresör veya blöverin Türkiye'de üretilmemesinin sebepleri krank mili ile aynıdır. Ancak yerli üretim konusunda olumlu gelişmeler vardır. Sözkonusu parçaların bazı aksamaları üretilmeye başlanmıştır.

6.6. Yakıt Enjeksiyon Pompası ve Enjektörler

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan yakıt enjeksiyon pompası Fransa'dan BOSCH firmasından ithal edilmektedir. Enjektörler de Fransa'dan ALSTHOM firmasından ithal edilmekte, yalnız enjektör memesi Türkiye'de DİZEL-MAGNET firmasında üretilmektedir.

Yakıt enjeksiyon pompasının yıllık kullanımı 15 adet

olup toplam maliyeti 1125000 FF (yaklaşık 732 milyon TL) ve enjektörlerin yıllık kullanımı 80 adet olup toplam maliyeti 133600 FF (yaklaşık 87 milyon TL)'dir.

GM motorlarında kullanılan enjektör-pompaların birim fiyatı 345 ABD Doları (yaklaşık 1,14 milyon TL)'dir.

Türkiye'de üretilmeme sebepleri diğerleri ile aynıdır.

6.7. Regülatör

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan regülatör, Fransa'dan BOSCH firmasından ithal edilmektedir. Şu anda Türkiye'de üretimi sözkonusu değildir.

Regülatörden yıllık ihtiyaç 20 adet olup maliyeti 1991 birim fiyatlarına göre belli değildir.

GM motorlarında kullanılan regülatörün birim maliyeti 5075 ABD Doları (yaklaşık 17 milyon TL)'dir.

6.8. Piston ve Segmanlar

SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan pistonlar İsviçre'den NOVA firmasından ithal edilmekte olup Türkiye'de de üretimi konusunda İSTANBUL PİSTON-SEGMAN SANAYİİ A.Ş.'nde çalışmalar yapılmaktadır. Segmanlar da bu firmada üretilmektedir.

Yıllık piston ihtiyacı 320 adet olup toplam maliyeti 236480 İF (yaklaşık 615 milyon TL) ve yıllık 100 motorluk segmanın toplam maliyeti 300 milyon TL'dir.

GM motorlarında kullanılan pistonun birim fiyatı 260 ABD Doları (yaklaşık 858 bin TL) ve segman takımının birim fiyatı 102 ABD Doları (yaklaşık 340 bin TL)'dir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezde, DE 24000, DE 11000 ve DE 22000 tipi lokomotiflerin motorları incelenerek, motorlardaki krank mili, kam mili, silindir gömleği-su ceketı, silindir başlığı ve subaplar, türbokompresör veya blöver, yakıt enjeksiyon pompası ve enjektörler, regülatör, piston ve segmanlar gibi ana aksamlar tanıtılmıştır.

Sonuçta yukarıda belirtilen motor ana aksamlarından, DE 24000 tipi lokomotif motoru olan SEMT-PIELSTICK motorlarında kullanılan silindir gömleği-su ceketı, silindir başlığı ve subaplar, piston ve segmanlar ile türbokompresörün bazı parçalarının yurdumuzda standartlara uygun veya yakın olarak üretilebildiği ortaya çıkmıştır. Diğer aksamların üretimi yüksek teknoloji ve büyük tezgâh kapasiteleri gerektirdiğinden yapılamamaktadır.

DE 11000 tipi lokomotif motoru olan MTU motorunda ve DE 22000 tipi lokomotif motoru olan GM motorundaki parçaların üretimleri henüz gerçekleşmemiştir. Çünkü bu tip lokomotifler ve motorları yurdumuzda yeni kullanılmaya başlanmış ve parça kullanımında yıllık ortalama değerleri ortaya çıkmamıştır. Zaten parçaları üretilen SEMT-PIELSTICK motorunda da parçaların 20 yılı aşkın bir süreç içerisinde peyderpey üretilebildiği de gözden kaçırılmamalıdır.

Türkiye, kısa zamanda yüksek güçlü motor üretimine geçmelidir. Bunun için de, yurtdışından teknoloji transferi sağlamalı, büyük kapasiteli tezgâhlar getirtilmeli ve motor üretimini sağlayacak entegre tesisler kurulmalıdır. Ancak bu tip tesislerin kurulabilmesinin çok büyük sermaye gerektirdiği de açıktır. Bu yüzden bu tesislerin kurulmasına devlet öncülük etmeli ve uzun vadede özel sektöre devretmelidir. Bu tip tesislerin kurulması ile Türkiye'nin yerli malzeme oranı çok yüksek lokomotif motoru, gemi motoru ve büyük iş makinası motoru üretmesi sağlanabilir. Bu amaçla devletin kurduğu TÜLOMSAŞ, TÜMOSAN ve Pendik-SULZER Gemi Motorları Fabrikası en güzel örneklerdir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Bilginperk, H., 1987, Dizel Motorları, Milli Eğitim Basım-
evi, İstanbul, 296 s.
- TCDD Meslek Lisesi, 1981, Genel Cer Bilgisi Ders Notları,
Eskişehir
- TCDD Cer Dairesi Başkanlığı, 1970, PA4-185 Tipi SEMT-
PIELSTICK Dizel Motorları Kullanma Talimatı, TCDD
Matbaası, İzmir, 32 s.
- TCDD Cer Dairesi Başkanlığı, 1985, MTU Motor Tanıtma Kitabı,
TCDD Matbaası, İzmir, 400 s.
- TCDD Cer Dairesi Başkanlığı, 1985, GM Motor Tanıtma ve
Arıza Giderme Kılavuzu, TCDD Matbaası, 500 s.
- TCDD Malzeme Dairesi Başkanlığı, SEMT-PIELSTICK Motorları
Parça Kataloğu
- TÜLOMSAŞ Genel Müdürlüğü, Çeşitli Lokomotif Tanıtıcı
Broşürler