

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

**POMPALAR
524KI0099**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. POMPALARA GİRİŞ	3
1.1. Pompaların Özellikleri	4
1.1.1. Kapasite ve Hacimsel Verim	4
1.1.2. Basınç ve Basma Yüksekliği	5
1.1.3. Buharlaşma Basıncı	9
1.1.4. Net Pozitif Emme Yüksekliği (NPEY)	10
1.1.5. Sürtünme	11
1.2. Santrifüj Pompalar	13
1.3. Hacimsel Pompalar (Pozitive - Displacement, Pozitif Öteleme Pompaları)	16
1.3.1. Pompa Çeşitleri	19
1.3.2. Dönme Hareketi Yapan Pompalar	24
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	33
2. POMPALARI İŞLETME	33
2.1. Santrifüj Pompalarda Eksenleme ve Titreşim	33
2.2. İşletmeye Alma	33
2.3. Devreden Çıkarma	35
2.4. Santrifüj Pompaların Genel Problemleri	36
2.4.1. Pompanın Tedricen Kapasiteden Düşmesi	36
2.4.2. Revizyon Yapılmış Pompanın Servise Alınması (Kapasite Hâlâ Normalin Altında ise)	36
2.4.3. Pompanın Düşük Hızda Normal Çalışması (Yüksek Hızda Emiş Kaybolması)	37
2.4.4. Hareket Vericinin Zorlanması	37
2.4.5. Pompanın Devamlı Olarak Emişten Düşmesi	37
2.4.6. Kavitasyon	37
2.4.7. Santrifüj Pompanın Özellikleri	38
2.5. Hacimsel Pompaların İşletilmesi	38
2.5.1. Hazırlık	38
2.5.2. Devreye Alma	40
2.5.3. Devreden Çıkarma	41
2.6. Hacimsel Pompaların Genel Problemleri	41
2.6.1. Pompanın Tedricen Kapasiteden Düşmesi	41
2.6.2. Emme Yetersizliği	42
2.6.3. Buhar Kilitlemesi	42
2.6.4. Kapasitenin Aniden Azalması	43
2.6.5. Aşırı Yüklenme	43
2.6.6. Aşırı Hız	43
2.6.7. Kısa Strok	43
2.6.8. Gürültü ve Titreşim	44
2.6.9. İşletme Bakımı	44
2.7. Pompa Seçimi	45
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	50

MODÜL DEĞERLENDİRME	51
CEVAP ANAHTARLARI.....	52
KAYNAKÇA	53

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0099
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL	Petrol-Petrokimya, Petrol-Rafineri
MODÜL	Pompalar
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül laboratuvar şartlarında basit bir santrifüj pompasını devreye alabilme ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Pompa kontrolü yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında pompa kontrolünü yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Laboratuvar şartlarında basit bir santrifüj pompasını devreye alabileceksiniz.2. Pompayı devreye alabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (Internet) vb. kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: Okul veya sınıf, bölüm kitaplığı, VCD, DVD, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, atölye uygulamaları için santrifüj pompa, boru parçaları, dirsekler, su tankları, çeşitli anahtarlar, tornavidalar, fırçalar, pas sökücü, çekiç
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Rafineri ve petrokimya tesislerinde veya işletmelerin hemen hepsinde sıvıların bir tanktan diğerine aktarılması ve yer değiştirmesi amacıyla pompalara ihtiyaç vardır. Bu sebeple işletmelerde sıklıkla kullanılan bu cihazların çalışma prensiplerini, çalıştırılmalarını ve gerektiğinde arızalarının sebeplerini bulup gidermek son derece önemli bir işlemdir.

Örneğin, gelen ham petrolün işlenmeden önce depolanması ve depolanan ham petrolün işlenmek üzere rafineri sahasına pompalarla olur. Operasyonlara uğratılan yarı mamul maddenin diğer işletmelere iletilmesi, rafineride ayrıştırma işlemlerine tabi tutulması ve sonunda çeşitli ürünler olarak yine depolanması aşamalarında hep pompalar kullanılır. Bu sebeple pompalar bir işletmenin temel ekipmanlarından biridir.

Bu modülü başarıyla bitirdiğinizde, sıvıların enerjisini ve basıncını artıran pompaların çalışma prensipleri, çalıştırılmaları, çeşitleri, arızaları ve arızalarının giderilmesi ile ilgili konuları çok daha iyi anlayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli donanımlar kullanarak laboratuvar şartlarında basit bir santrifüj pompasını devreye alabileceksiniz.

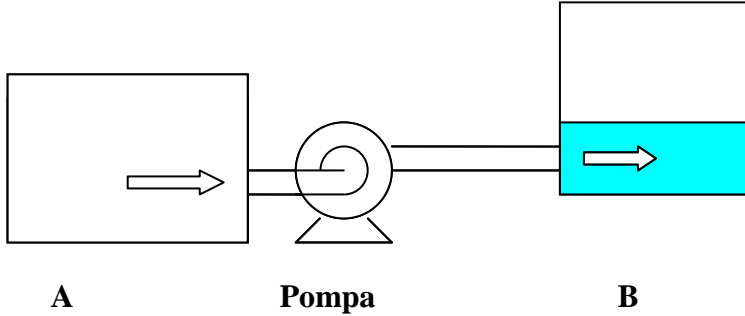
ARAŞTIRMA

- Sıvılar ile gazların özelliklerini karşılaştırınız.
- Basınç, hacim ilişkilerini araştırınız.
- Gaz kanunları hakkında araştırma yapınız.

1. POMPALARA GİRİŞ

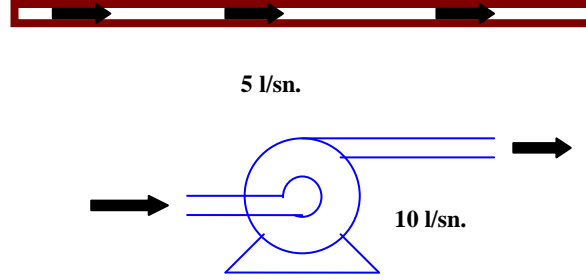
Sıvılar yüksek seviyeden daha aşağı seviyelere akar. Aynı şekilde yüksek basınç altında bulunan bir sıvı daha düşük basınçlı bölgelere doğru akar. Yüksek seviyede veya basınçta olan sıvının potansiyel enerjisi depolanmış enerji demektir.

Pompalar sıvıların enerjisini veya basıncını artıran makinelerdir. Bu bakımdan bir sıvının alçak seviyeden yüksek seviyeye veya düşük basınçtan yüksek basınca gönderilebilmesi için pompalar kullanılır.



Şekil 1.1: Pompa

Diğer taraftan pompalar bir boru içinde akan sıvının akış hızını ve dolayısıyla debisini artırmak için de kullanılır.



Şekil 1.2: Akış hızı artırmada pompa

Yukarıdaki pompa 5 l/sn. olan debiyi 10 l/sn. (l/sn.=saniyede litre) ye çıkarmıştır. Sonuç olarak pompalar,

- Sıvıları alçak seviyeden yüksek seviyeye pompalamak
- Düşük basınçlı bir tanktan daha yüksek basınçlı bir tanka basmak
- Akış hızını veya miktarını (debi) artırmak için kullanılır.

1.1. Pompaların Özellikleri

Pompaların büyüklükleri bazı karakteristikleri ile tanımlanır. Mesela 6 l sıvı basabilen bir pompanın kapasitesi veya debisi 6 l/sn.dir. Kapasite pompanın büyüklüğünü belirten bir değerdir. Diğer pompa karakteristikleri, emme basıncı ve basma basıncıdır. Pompanın verimi de önemli bir özelliği olup uygun, iyi ve çok iyi pompa verimleri arasında ihtiyaca göre bir seçim yapılması gerekir.

1.1.1. Kapasite ve Hacimsel Verim

Kapasite bir pompanın belli bir zaman aralığı içinde basabildiği sıvı miktarıdır. Bir boru içinde akan sıvının belli bir zaman aralığı içinde geçen miktarı debi olarak isimlendirildiğinden pompa kapasitesi ile pompa debisi özdeş deyimlerdir.

Debi ve kapasite için en fazla kullanılan birimler şunlardır:

Saniyede litre	= l/sn.
Dakikada litre	= l/dk.
Saatte metreküp	= m ³ /saat
Dakikada galon	= GPM
1 l/sn.	= 60 l/dk.
1 m ³ /saat	= 10/36 l/sn.
1 GPM	= 6,308.10 ⁻² l/sn.
1 GPM	= 0,227 m ³ /saat

İşletme sırasında sıvının bir kısmı pompa içinde emme tarafına kaçır. Bu kaçaklar döner pompalarda döner elemanla gövde arasından, pistonlu pompalarda pistonla silindir arasından veya supaplardan olur. Bu sebeple hakiki kapasite teorik kapasiteden daha azdır. Hakiki kapasitenin teorik kapasiteye olan oranına hacimsel verim denir. Bir pompanın hesapla bulunan teorik kapasitesi 100 m³/saat, çalışma sırasında ölçülen hakiki kapasitesi 70 m³/saat ise hacimsel verim %70'dir. Hacimsel verim düştükçe pompanın gerçek kapasitesi azalır. Hareketli parçalar aşındıkça iç kaçaklar artacağından hacimsel verim düşer. Bu yüzden kapasiteyi azami değerde muhafaza edebilmek için periyodik bakım ve revizyon gereklidir.

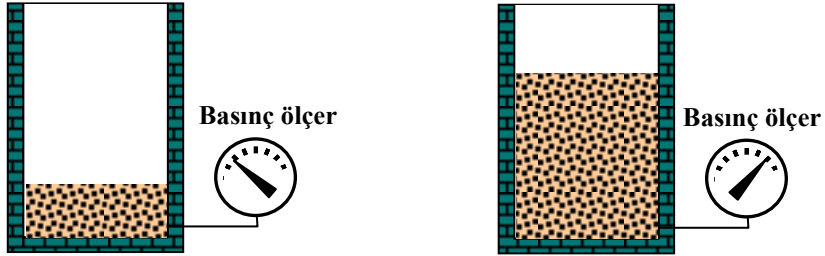
1.1.2. Basınç ve Basma Yüksekliği

Basınç birim alana etki eden kuvvettir. Basınç birimi olarak genellikle (kg/cm²) kullanılır. Bu birim kilogram olarak santimetreye gelen kuvvet demektir. İngiliz ölçü sisteminde en fazla kullanılan basınç birimi inç, kareye etki eden pound olarak kuvvettir.

(pound/ inç² veya PSI)

1 kg/cm² = 14,22 PSI'dır.

Bir kap içinde bulunan sıvı kabın dibinde bir basınç meydana getirir.



Şekil 1.3: Statik basınç

Kap içinde bulunan sıvının ağırlığı dolayısıyla birim taban alanı üzerinde etkisine statik basınç denir. Pompalarda statik basınç deyimini yerine basma yüksekliği terimi kullanılabilir. Statik basınç, sıvı seviyesi ve sıvının özgül ağırlığına bağlıdır.

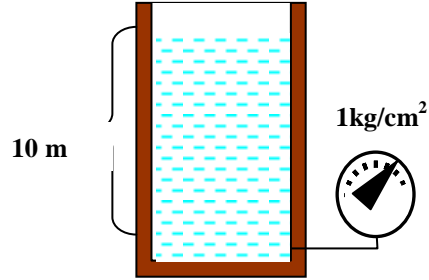
$$P = \frac{H \cdot \delta}{10}$$

P = kg/cm² olarak basınç

H = Sıvının kap içindeki yüksekliği (metre)

δ = Sıvının özgül ağırlığı (kg/l)

Örnek



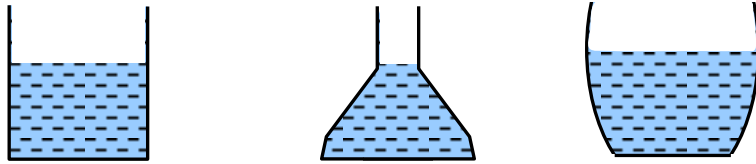
Yukarıdaki tankta su bulunmaktadır. ($\delta = 1$). Suyun yüksekliği 10 m olduğuna göre dipteki manometrede ölçülmesi gereken basınç kaçtır?

Çözüm:

$$P = \frac{10 \cdot 1}{10} = 1 \text{ kg/cm}^2 \text{ dir.}$$

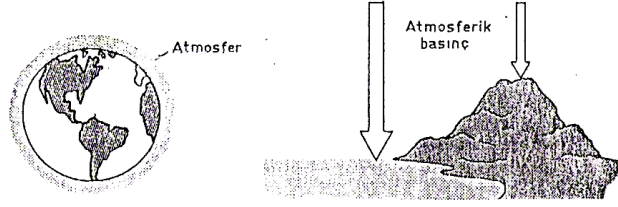
O halde 10 m su sütununun dibe yaptığı basınç **1 kg/cm²** dir.

Pompalarda basınç genellikle sıvı sütunu cinsinden ifade edilmektedir. Bu sebeple basıncın sıvı sütunu cinsinden değerinin bulunması her zaman gerekli olmaktadır. Basıncı etkileyen iki ana faktör sıvının yüksekliği ve özgül ağırlığıdır. Sıvının bulunduğu kabın şeklinin basınç üzerine hiçbir etkisi yoktur.



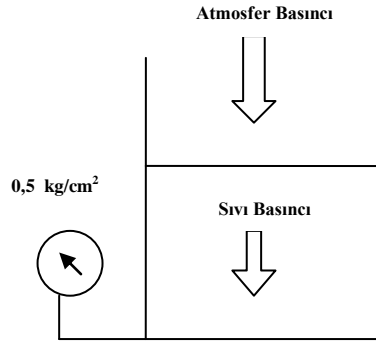
Şekil 1.4: Çeşitli şekillerde kaplar

Yeryüzünü çeviren hava tabakası yani atmosfer de bir sıvı gibi düşünülebilir. O halde atmosferin de yeryüzüne yaptığı bir basınç vardır.



Şekil 1.5: Atmosfer basıncı

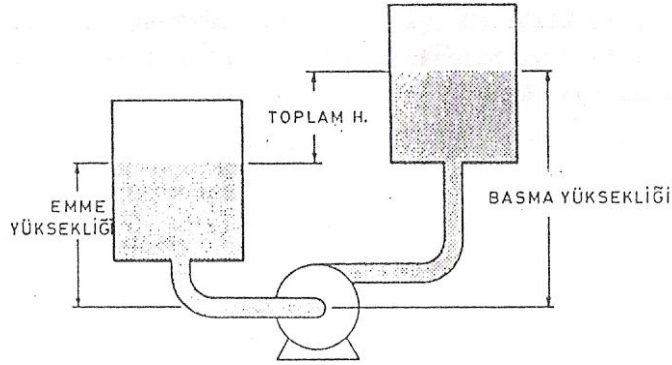
Atmosfer basıncı deniz seviyesinde ölçülmüş ve $1,033 \text{ kg/cm}^2$ olarak bulunmuştur. Atmosfer basıncını su sütunu cinsinden ifade edersek $10,33 \text{ m}$ 'dir. Basınç göstergesi olarak kullanılan manometreler atmosfer basıncında o değeri gösterir.



Şekil 1.6: Mutlak basınç

Yukarıdaki manometre $0,5 \text{ kg/cm}^2$ basınç göstermektedir. Bu değere atmosferin sıvı üzerine yaptığı basınç dâhil değildir. Atmosfer basıncını da ilave edersek tankın dibine etki eden gerçek basınç $0,5 + 1.033 = 5,033 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Bu değere mutlak basınç denir. İngiliz ölçü sisteminde basınç birimi olan PSIA ile doğrudan gösterge basıncını ifade ettiği zaman PSIG ile gösterilir. Pompalarda genellikle metre olarak ifade edilen basınç mutlak basınç değildir. Mutlak basıncın göz önüne alınması gereken konularda bu husus ayrıca belirtilmiştir. Pompa emişindeki basıncın sıvı sütunu cinsinden değeri ile hızın sıvı sütunu cinsinden değerlerinin toplamı emme yüksekliği olarak isimlendirilir.

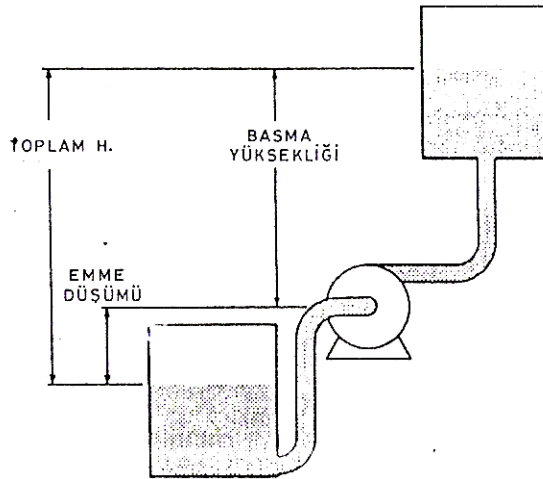
Hızın meydana getirdiği basma ve emme yüksekliği küçük bir değerdir ve pompa hesaplarında kullanılmaz. Bu bakımdan, emme yüksekliği pompa emme ağzındaki basıncın sıvı sütunu cinsinden değeridir. Basma yüksekliği de aynı şekilde pompa çıkışındaki basıncın sıvı sütunu cinsinden değeridir.



Şekil 1.7: Emme ve basma yüksekliği

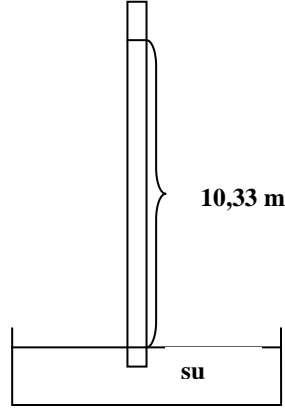
Resimde emme yüksekliği ile basma yüksekliği gösterilmiştir. Pompa iki sıvının üst seviyeleri arasındaki fark kadar bir basınç ilave ettiğine göre toplam basma yüksekliği $H =$ basma yüksekliği ile emme yüksekliği arasındaki farka eşittir. Toplam H 'yi bulmak için pompa emme ve basma ağzlarındaki manometre ile ölçülen basınçların sıvı sütunu cinsinden değerini hesaplayıp bunların birbirinden farkını almak gerekmektedir.

Aşağıdaki resimde pompa kendi seviyesinden daha aşağıda bir sıvıyı pompalamaktadır.



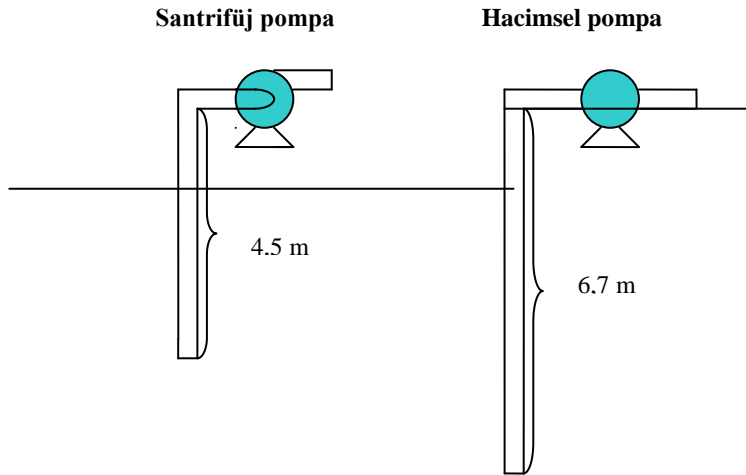
Şekil 1.8: Emme düşümü

Burada emme tankındaki sıvı seviyesi ile pompa seviyesi arasındaki yükseklik emme düşümü olarak isimlendirilir. Toplam basma yüksekliği H iki sıvı seviyesi arasındaki fark olup bu defa H 'yi bulmak için basma yüksekliği ile emme düşümünün toplamı hesaplanmalıdır. Bir pompanın kendi seviyesinden daha düşük seviyede bir sıvıyı emebilmesini sağlayan atmosfer basıncıdır. Havaşı tamamıyla boşaltılmış bir tüpü deniz seviyesinde su dolu bir kaba aşağıdaki şekilde daldırırsak su tüp içinde 10,33 m yükselir.



Şekil 1.9: Deniz seviyesinde suyun yükselmesi

Bir pompa çalıştığı zaman yarattığı hava boşluğuna atmosfer basıncı etkisi ile su dolar. Teorik emme düşümü su için 10,33 m'dir. Pratikte santrifüj pompalarda bu miktar yaklaşık 4,5 m, hacimsel pompalarda ise 6,7 m'dir.



Şekil 1.10: Pompalarda emme düşümü

Pompa su yerine özgül ağırlığı $\delta = 0,5 \text{ kg/l}$ olan hafif bir sıvı ile çalışırsa bu miktarlar iki misli artar. Pompanın sıvıyı emerken yarattığı hava boşluğu, sıvının buharlaşmasına sebep olabilir. Bu bakımdan sıvı buharlaşma basıncı emme düşümünün miktarını belirten en önemli faktördür.

1.1.3. Buharlaşma Basıncı

Atmosfer basıncına bağlı olarak sıvılar belli sıcaklıklarda kaynar. Mesela deniz seviyesinde suyun kaynama sıcaklığı 100°C 'dir. Havası boşaltılmış bir kap içindeki suyun kaynama sıcaklığı daha düşüktür. Çünkü suyun üzerinde hava basıncının etkisi yoktur.

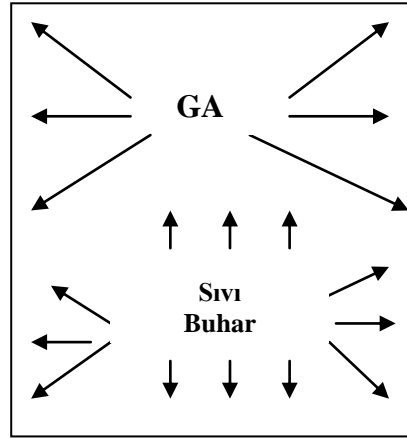
Vakum altında bulunan bir sıvının ısıtıldığını düşünelim.

Buhar vakum boşluğunu doldurunca sıvının üzerinde bir basınç oluşur ve kaynama durur. Bu basınca sıvının o sıcaklıktaki buharlaşma basıncı denir. Her sıvının buharlaşma basıncı farklıdır. Aşağıda iki sıvının 38 °C sıcaklıktaki buharlaşma basınçları mutlak basınç olarak verilmiştir.

Sıvı	38 °C'de buhar basıncı kg/cm ²	38 °C'de buhar basıncı m/su sütunu
Hekzan	0,349	3,49
Su	0,067	0,67

Tablo 1.1: Buharlaşma basınçları

Kapalı kap içinde ve vakum altında su 38 °C ısıtılınca meydana getirdiği buhar basıncı su sütunu cinsinden 0,67 m'dir. Suyu 100 °C ısıtırsak meydana getireceği buhar basıncı yaklaşık 1kg/cm² olup su sütunu cinsinden karşılığı 10 m'dir. O hâlde bir sıvının belli bir derecedeki buhar basıncını bulmak için sıvı havası mutlak olarak boşaltılmış bir kap içinde istenen sıcaklığa kadar ısıtılır ve sıvı seviyesi üstündeki basınç ölçülür.



Şekil 1.11: Sıvıların buhar basıncı

1.1.4. Net Pozitif Emme Yüksekliği (NPEY)

Net pozitif emme yüksekliği (NPEY) emme tarafındaki sıvı sütunu cinsinden mutlak basınç ile sıvı sütunu cinsinden buhar basıncının farkına eşittir. Eğer emme tarafındaki mutlak basınç, sıvı sütunu cinsinden mesela 6 m ise ve buhar basıncının sıvı sütunu cinsinden değeri 2 m ise $NPEY = 6 - 2 = 4$ m 'dir.

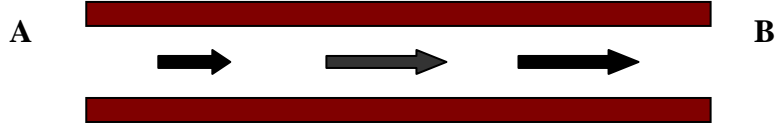
Mevcut NPEY: Pompa emme ağzındaki mutlak basınç ile buhar basıncı farkının sıvı sütunu cinsinden değeridir.

Gerekli NPEY: Pompa emme ağzında buharlaşma olmaması için gerekli minimum emme yüksekliğidir.

Mevcut NPEY daima gerekli NPEY'den fazla olmalıdır. Aksi takdirde pompa emme ağızında sıvı buharlaşır ve pompa çalışmaz.

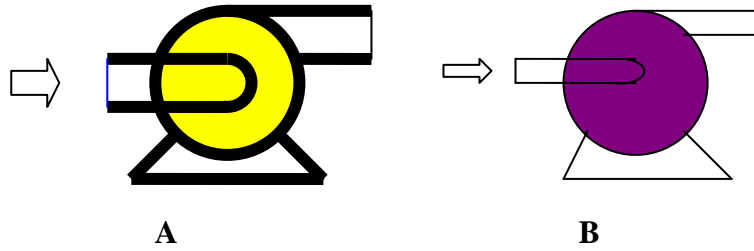
1.1.5. Sürtünme

Bir boru içinden sıvı akıyorsa **A**'daki basınç **B**'den fazladır. Çünkü akış esnasında bir basınç düşümü olur.



Şekil 1.12: Boru içinde basınç düşümü

Akış hızı arttıkça basınç düşümü de artar. Boru içinden akan sıvı bir sürtünme meydana getirir. Sürtünme akışa karşı bir direnç kuvvetidir. Akma olayının olması için itme kuvveti sürtünme kuvvetinden fazla olmalıdır ya da **A** ile **B** noktaları arasındaki basınç düşümü sürtünme miktarından fazla olmalıdır. Akışa karşı olan direnç akış hızı ile orantılı artar. Aynı şekilde küçüldükçe sürtünme kuvveti büyür. O hâlde daha hızlı akan sıvılarda ve küçük çaplı borularda meydana gelen sürtünme kuvvetini yenmek için daha fazla basınç düşümü gereklidir. Aşağıda **A** ve **B** pompaları görülmektedir.

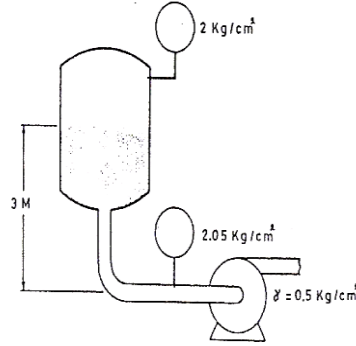


Şekil 1.13: Farklı çaplı giriş ve çıkışlı pompalar

A pompasının boru çapı **B**'den büyüktür. Bu sebeple **B**'de akışa karşı direnç fazladır. Mevcut NPEY pompanın çalışması için yeterli olmayabilir. Pompa emme ağızında sıvı buharlaşabilir.

Akış hızı arttıkça da emme basıncı düşer. Çünkü sürtünmeler artar ve basıncın bir kısmı sürtünmeyi yenmek için kullanılır.

Örnek 1.2: Aşağıdaki şekilde emme tarafında basınç olan bir pompa görülmektedir.



Sıvı tankında manometrede okunan basınç 2 kg/cm^2 , sıvı yüksekliği 3 m , sıvı özgül ağırlığı $0,5 \text{ kg/l}$ olduğuna göre pompa emme ağzındaki basıncı hesaplayınız.

Çözüm: Formülde verilenleri yerine yazınız.

$$P = \frac{H \cdot \delta}{10}$$

$$p = 2 + \frac{3 \times 0,5}{10} = 2,15 \text{ kg/cm}^2 \text{ bulunur.}$$

Hâlbuki okunan basınç $2,05 \text{ kg/cm}^2$ olup basıncın bir kısmı sürtünmeyi yenmek için kullanılmaktadır. Mevcut NPEY sürtünme ile kaybolan basınçtan küçükse pompa emme yapmaz, sıvı buharlaşır.

Özetlenecek olursa emme tarafındaki mutlak basınç artınca mevcut NPEY artar. Buhar basıncı arttıkça mevcut NPEY azalır. Akış hızı arttıkça mevcut NPEY azalır.

1.1.6. Beygir Gücü

Bir pompa, mile bağlı hareket verici tarafından çalıştırılır. Hareket vericinin güç birimi olarak kilovat (KW) veya beygir gücü (HP) kullanılır. Bilindiği gibi güç, birim zamanda yapılan iş olarak tarif edilir. Pompada gücün bir bölümü sıvıya gerekli basıncı ve hareketi vermek için kullanılır. Buna sıvı gücü denir. Gücün bir bölümü de sürtünmeleri yenmek ve hacimsel kayıplar için kullanılır. Pompanın verimi sıvı gücünün toplam güce oranı ile bulunur. Mesela pompa 100 HP ise pompa verimi $75/100 = 0,75$ 'dir.

Sıvı gücü HP olarak şöyle hesaplanır:

$$\text{Sıvı Gücü} = \frac{Q \cdot H \cdot \delta}{75}$$

Burada,

$Q = \text{l/sn. cinsinden debi veya kapasite}$

H = m cinsinden toplam basma yüksekliği
 δ = kg/l cinsinden özgül ağırlık

Pompanın toplam gerçek gücü ise şu formülle hesaplanabilir:

$$HP = \frac{Q.H.\delta}{n.75}$$

Burada n pompa verimidir.

Örnek: Benzin basan bir pompanın verimi % 75, toplam basma yüksekliği 100 m, kapasite veya debisi 15 l/sn. ve yoğunluğu 0,9 kg/l olduğuna göre HP olarak gücünü hesaplayınız.

Çözüm: Formülde verilenler yerine yazılırsa,

$$n = \% 75$$

$$H = 100 \text{ M}$$

$$Q = 15 \text{ l/sn.}$$

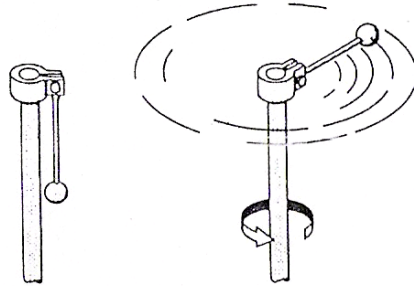
$$\delta = 0,9 \text{ kg/l}$$

$$H.P = ?$$

$$H.P = \frac{15.100.0,9}{75.0,75} = 24 \text{ bulunur.}$$

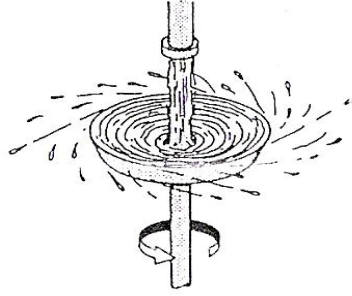
1.2. Santrifüj Pompalar

Bilindiği gibi pompa, sıvıya enerji veren veya enerjisini artıran bir makinedir. Santrifüj kuvvet merkezkaç kuvvetidir.



Şekil 1.14: Santrifüj kuvvet

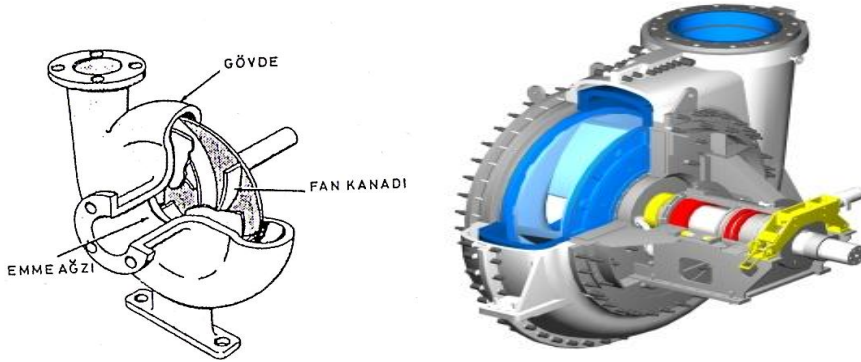
Bir cisim kendi eksenini etrafında döndürülürse dönme eksenine dik yönde bir merkezkaç kuvvet oluşur. Bir sıvının enerjisini artırmanın yollarından biri sıvıya dairesel bir hareket vermektir.



Şekil 1.15: Sıvıya dairesel hareket verilmesi

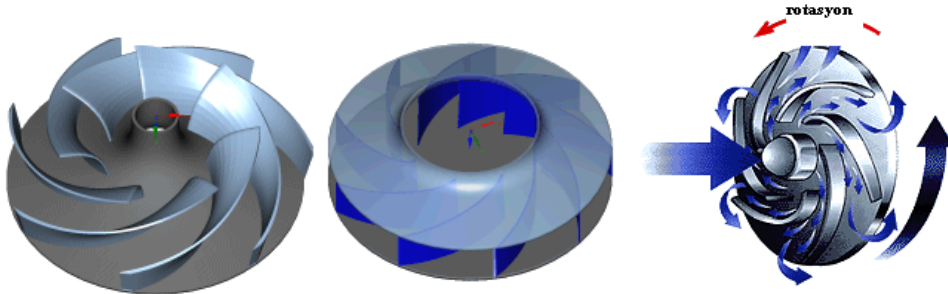
Dairesel olarak hareket eden sıvı merkezden dışarı doğru bir kuvvetle itilir. Bu kuvvet merkezkaç veya santrifüj kuvvettir. Santrifüj pompaların çalışması bu prensibe dayanır.

Sıvı önce bir merkeze gelir. Sonra dönme hareketi ile merkezden dışarı itilir. Pompanın çıkış basıncı emme basıncından fazladır. Aynı şekilde pompayı terk eden sıvının enerjisi giren sıvıdan fazladır. Sıvıya dönme hareketini veren pompa aksamına fan (impeller) adı verilir.



Şekil 1.16: Santrifüj pompa

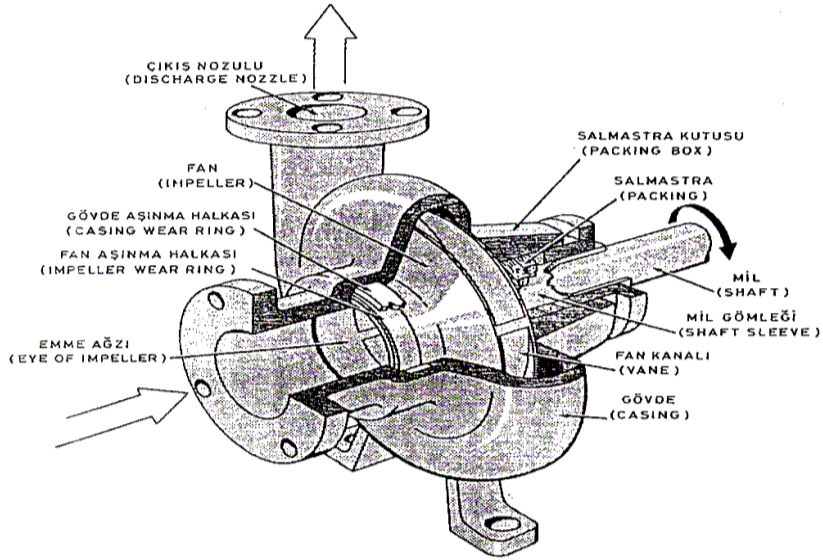
Sıvı pompa emme ağzından fan merkezine girer. Fan sıvıya dönme hareketi verir. Dönme hareketinin meydana getirdiği merkezkaç kuvvet etkisi ile sıvı dışa doğru savrulur. Fan ne kadar hızlı dönerse sıvının hareketi o kadar çabuk olur. Fan kanalları veya kanatları sıvının hareket yönünü belirler. Savrulan sıvı hızla gövdeye akar. Gövde içinde sıvının hızı düşer.



Şekil 1.17: Pompa fan çeşitleri

Sıvının hızı azalınca basıncı artar. Santrifüj kuvvet sıvıyı emme ağzından dışarı doğru savurdukça burada bir alçak basınç bölgesi oluşur. Alçak basıncın meydana gelmesi bu bölgeye dışardan sıvı akışını sağlar. Santrifüj pompalar da sıvı merkezkaç kuvveti etkisi ile emme ağzındaki alçak basınç bölgesinden gövdedeki yüksek basınç bölgesine akmaktadır.

Resimde bir santrifüj pompanın çeşitli parçaları görülmektedir.



Şekil 1.18: Santrifüj pompanın çeşitli parçaları

Pompanın fanı bir mil vasıtası ile döndürülmektedir. Mile dönme hareketini veren bir güç kaynağı vardır. Bir elektrik motoru, buhar türbini, içten yanmalı motor olabilir. Güç kaynağı hareket verici olarak isimlendirilebilir. Mil aksamı ile buna bağlı fana sistemin dönme hareketi yapan aksam, manasına rotor adı verilir. Milin etrafından dışarıya sıvı sızmaması için salmastra kullanılır. Salmastra kutusu veya kovanında bulunan esnek salmastra malzemesi mil etrafına baskı yaparak sızdırmazlığı sağlar. Bazı pompalarda mekanik salmastralar kullanılır.

Salmastra mil üzerine baskı yaptığı için milin bu bölümünde aşınma olabilir. Santrifüj pompaların çoğunda milin bu bölümü sökülebilir bir gömlekle korunmuştur. Aşınınca kolayca değiştirilebilen gömlek mile göre çok daha ucuz bir parçadır.

Yüksek basınç bölgesinden (çıkış) emme bölgesine kaçan sıvı miktarını azaltmak için aşınma halkaları kullanılır. Aşınma halkalarından fana bağlı olan fanla birlikte dönerken gövdeye raptedilmiş olan halka sabit durur. Bu iki aşınma halkası arasından kaçan az miktarda sıvı iki halka arasında yağlama görevi yaparak aşınmayı azaltır.

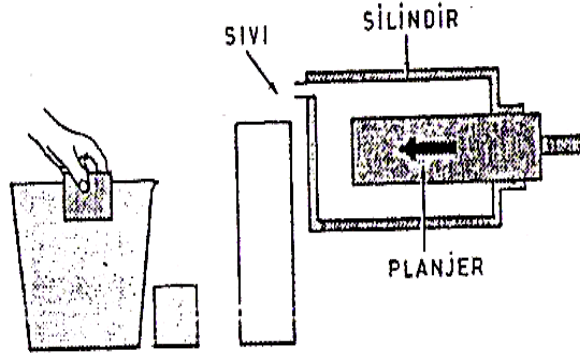
Aşınan halkalar sökülerek kolayca değiştirilebilir. Halkalar zamanında değiştirilmezse basma bölümünden emme ağzına kaçan sıvı artar. Pompanın hacimsel verimi düşer. Aşınma

halkaları pompa sıvısı ile yağlandığından santrifüj pompalar ilk çalışmadan önce mutlak sıvı ile doldurulmalıdır.

Aksi takdirde kuru sürtünme olur ve halkalar süratle aşınır.

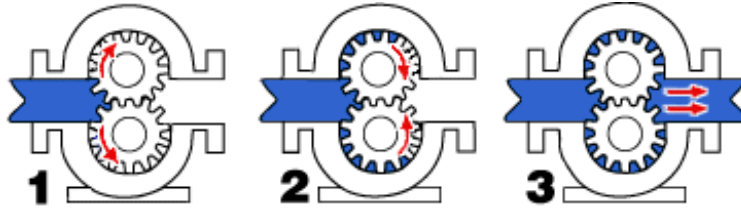
1.3. Hacimsel Pompalar (Pozitive - Displacement, Pozitif Öteleme Pompaları)

Sıvı dolu bir kovanın içine bırakılan cisim, kendi hacmi kadar sıvı taşır. Aynı şekilde sıvı dolu silindir içine giren planjer işgal ettiği hacim kadar sıvının yerini değiştirerek sıvıyı dışarıya akıtır.



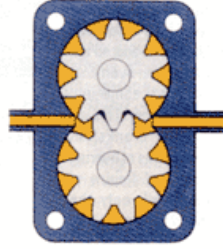
Şekil 1.19: Sıvının yer değiştirmesi

Ötelenen hacim prensibi ile çalışan pompalara hacimsel pompalar (the positive displacement pump) denir. Hacimsel pompalar belli bir hacimdeki sıvıyı önce silindir veya gövde içine alır. Daha sonra hareketli bir parça bu hacmi işgal ederek sıvıyı pompalar. Hareketli parça ileri geri hareket yapan (reciprocating) bir aksam olabildiği gibi dönme hareketi yapan (rotary) bir aksam da olabilir.



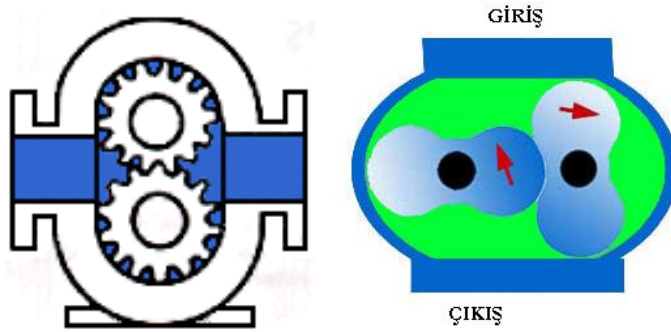
Şekil 1.20: Dönme hareketi yapan hacimsel pompa

Döner pompalarda bir devirde yer değiştiren hacim, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi dönen elemanla gövde arasında kalan hacimdir.



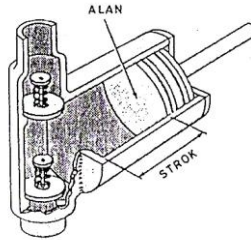
Şekil 1.21: Yer değiştiren hacim

Aşağıda iki ayrı tipte döner pompa görölmektedir.



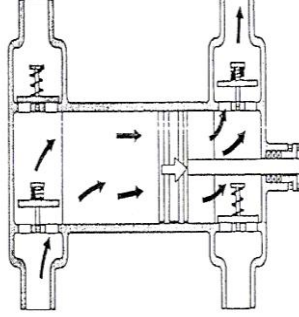
Şekil 1.22: Döner pompa çeşitleri

Gövde ile dönen dişler veya kanatlar arasında kalan hacim mukayese edilirse kanatlı pompanın bir devirde daha fazla hacme yer değiştirme hareketi verdiği görölebilir.



Şekil 1.23: Pistonun stroku

Pistonun bir strokta bastığı hacmin hesaplanması için piston yüzeyinin alanı ile strok uzunluğu çarpılır. Bazı pistonlar hem gidiş hem de dönüş hareketinde sıvı basar.

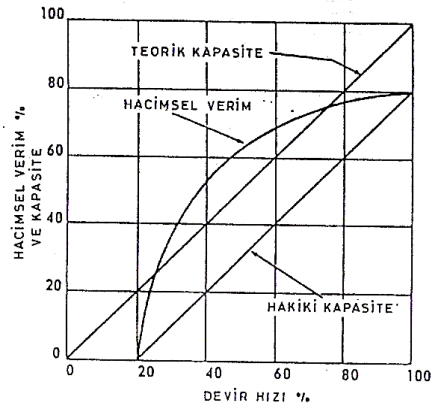


Şekil 1.24: Çift yönlü sıvı basan piston

Bu şekilde çalışan pompalara çift tesirli pompalar denir. Bir gidiş dönüş hareketi bir devirdir. Çift tesirli pompalar bir devirde tek tesirli pompaların yaklaşık iki katı sıvı pompalar.

İleri geri hareket yapan pompalar silindir sayısına göre sınıflandırılır. Tek silindirli (simplex), iki silindirli (duplex), üç silindirli (triplex) ve daha fazla silindirli pompalar imal edilmektedir.

Aşağıdaki diyagram bir döner pompada kapasite ile hacimsel verim arasındaki bağıntıyı göstermektedir.



Grafik 1.1: Hacimsel verim, devir sayısı grafiği

Pompa tam devirde yani hızın %100'ünde çalışırken hacimsel verim % 80'dir. Pompanın emdiği hacmin %20'si pompa içinde geri kaçmaktadır. Tam devrin %20'sinde pompa çıkışı sıfırdır. Emilen tüm sıvı sızıntılarla kaybolmaktadır. Hacimsel verim sıfırdır.

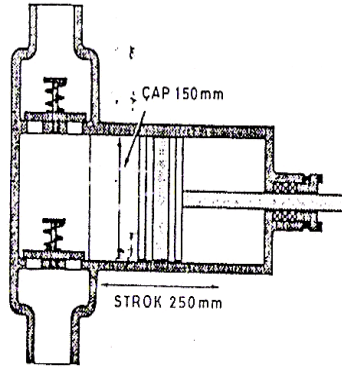
İyi çalışan ve bakımlı bir pompanın hacimsel verimi %70-85 arasındadır. Hacimsel verim kolayca hesaplanabilir. Teorik kapasite şu şekilde hesaplanır:

$$Alan = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$Alan = 1/4 \times 150^2 \times 3,14 = 17663 \text{ mm}^2$$

$$Hacim = 17671 \times 250 = 4415625 \text{ mm}^3 = 4,416 \text{ dm}^3$$

Pompa tek tesirli ve devir sayısı 100 devir ise,
Teorik kapasite = 441,6 dm³/dk.



Şekil 1.25: Pompada strok ve piston çapı

Pompa çift tesirli ise teorik kapasite bu miktarın iki katıdır. Hakiki kapasite pompadan ölçülerek hacimsel verim hesaplanabilir.

1.3.1. Pompa Çeşitleri

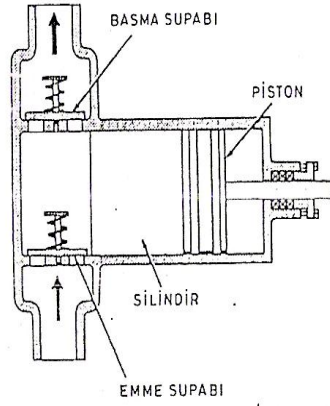
Hacimsel pompalar başlıca iki tipe ayrılır:

- İleri geri hareket yapan pompalar
- Dönme hareketi yapan pompalar

İleri geri hareket yapan pompalar nispeten daha düşük devir sayıları ile çalışır. Konstrüksiyonları daha karışık ve parça sayıları fazla olduğu için daha pahalı pompalardır. Genellikle yüksek basma yüksekliği gerektiği zaman kullanılır.

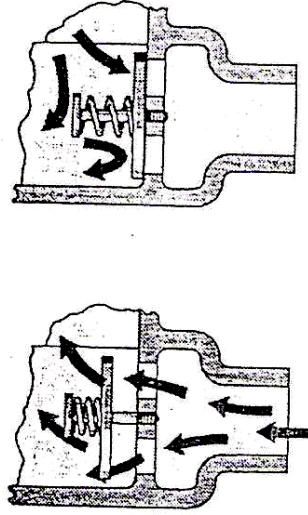
1.3.1.1. İleri Geri Hareket Yapan Pompalar (Pistonlu Pompalar)

Pistonlu pompada sıvı bir silindir içine emilir.



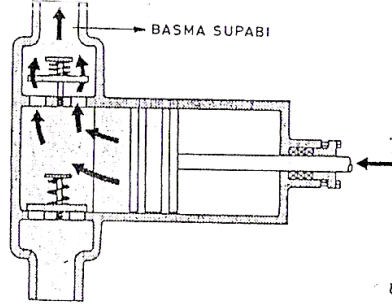
Şekil 1.26: Sıvının emme supabından silindire girişi

Sıvı bir piston vasıtası ile emilmekte ve basılmaktadır. Silindirde bulunan vanalar emme ve basma sırasında açılıp kapanmaktadır.



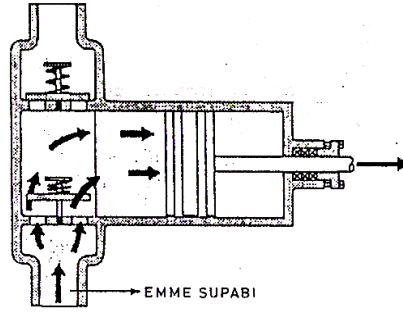
Şekil 1.32: Supaplar

Çek vana gibi çalışan bu vanalara supap adı verilir. Piston ileri doğru hareket ederken emme supabı kapalı basma supabı ise açıktır. Silindir içindeki sıvı dışarıya pompalanır.



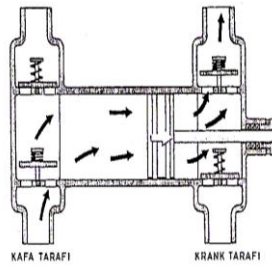
Şekil 1.27: Basma supabı

Piston geri hareket ederken bu defa emme supabı açık basma supabı kapalıdır. Piston sağa doğru hareket ederken meydana gelen boşluğa sıvı dolar.



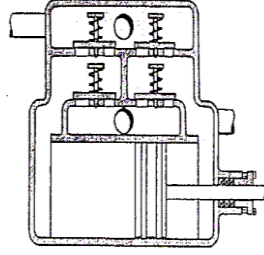
Şekil 1.28: Emme supabı

Çift tesirli bu pompada dört adet supap vardır. Pistonun ileri geri hareketinde bir tarafa sıvı dolarken diğer taraftan pompalanır.



Şekil 1.30: Çift tesirli pompada kafa ve krank tarafları

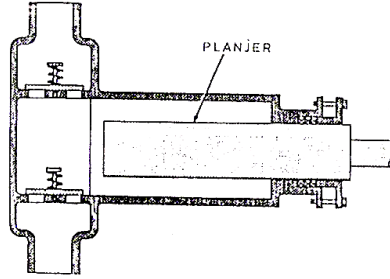
Pistonlu pompaların pistonlarında silindirle piston arasındaki sızdırmazlığı sağlayan segman halkaları bulunur. Silindir içine genellikle bir gömlek geçirilmiştir. Gömlek ve segmanlar aşınca değiştirilebilir. Aşağıda çift tesirli başka bir pistonlu pompa konstrüksiyonu görülmektedir.



Şekil 1.31: Değişik yapıda çift tesirli pompa

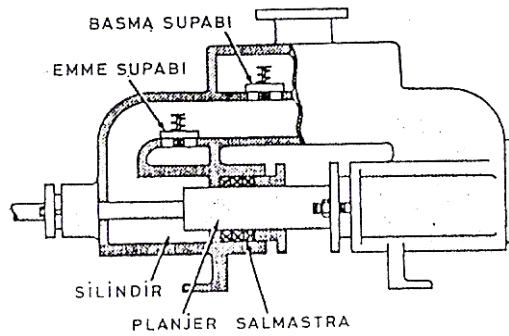
1.3.1.2. Planjerli Pompalar

Planjerli pompada planjer çapı silindir çapından daha küçüktür. Planjer silindir yüzeylerine temas etmez, buna karşılık silindir dışına çıkarak sabit bir salmastra içinde ileri geri hareket yapar.



Şekil 1.32: Planjerli pompa

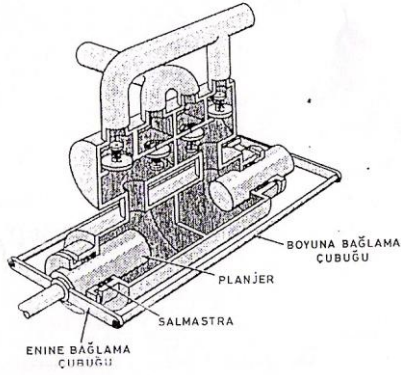
Planjerli pompalar çok yüksek basınçlar için kullanılır. Aynı zamanda pistonu yapışan ve silindiri çizen sıvıların pompalanması için uygundur. Bu pompalarda segman ve silindir gömleği yoktur. Aşağıda çift tesirli planjerli bir pompa görülmektedir.



Şekil 33: Çift tesirli planjerli pompa

Görüldüğü gibi merkezde bulunan planjer salmastrasından başka planjere hareket veren mil (veya rot)in etrafındaki sızdırmazlığı sağlayan salmastraya da gerek vardır.

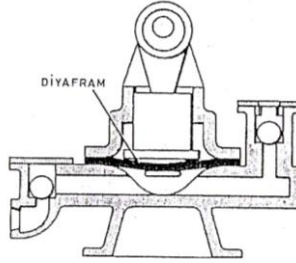
Aşağıda görülen çift tesirli planjerli pompada birbirine dışardan bağlı iki planjer bulunmaktadır.



Şekil 1.34: İki planjerli pompa

1.3.1.3. Diyaframlı Pompalar

Tortulu (sludgy) ve paslandırıcı (korozif, corrosive) sıvılarda diyaframlı pompalar kullanılabilir.



Şekil 1.35: Diyaframlı pompalar

Planjer esnek bir diyafram (kauçuk vb.) ile korunmuştur. Diyafram silindir üzerindeki flanşa cıvatalarla bağlanmıştır. Hasarlandığı zaman yerinden sökülüp değiştirilebilir. Esnek diyaframın geriye doğru hareketinde emme supabı açılır ve sıvı pompanın içine akar. Planjerli pompalar, mevcut NPEY çok düşük ise kullanılabilir. Aşağıda yüksek basınçlı bir diyaframlı pompa görülmektedir.



Resim 1.1: Yüksek basınçlı diyaframlı pompa

Planjer bir hidrolik sıvısı ile dolu olan hücre içine girip çıkmaktadır. Hidrolik sıvısı diyaframa hareket vermektedir. Diyaframın hareketleri ve supapların açılıp kapanması ile pompalama yapılmaktadır.

1.3.2. Dönme Hareketi Yapan Pompalar

Döner pompaların konstrüksiyonu ileri geri hareket yapan pompalardan daha basit olup oldukça kompakt makinelerdir. İleri geri hareket yapan pompalardan daha küçük miktarda hacimsel hareket yapar, buna karşılık yüksek devir sayılarında çalışabildiklerinden (700 devir/dk.ya kadar) yüksek debiler basabilir. Aşındırıcı etkisi olan parçacıklar ihtiva etmeyen bütün sıvılar da kullanılabilir.

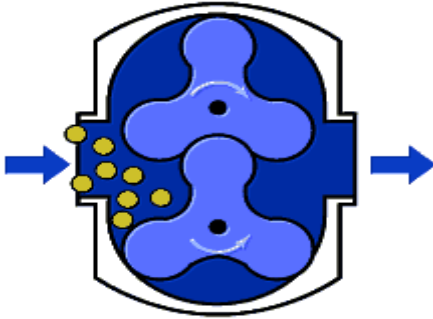
1.3.2.1. Kanatlı Pompalar

Aşağıda döner kanatlı pompalar görülmektedir. Her pompada iki rotor vardır.

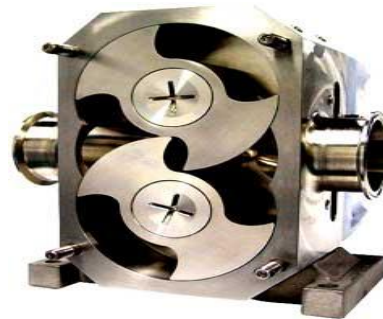


Şekil 1.36: Döner kanatlı pompalar

Rotorlar ayrı millere bağlıdır. Bunlar birbirleri ile ters yönde dönerek pompalama görevini yerine getirir. Aşağıdaki resim sıvının pompa içindeki hareketini göstermektedir.



Şekil 1.37: Sıvının pompa içindeki hareketi

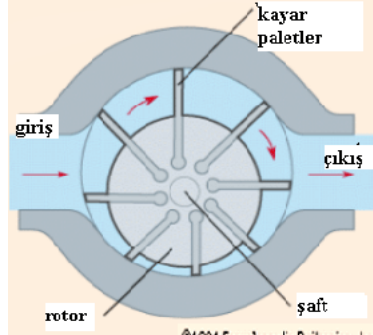


Resim 1.2: Sıvının pompa içindeki hareketi

Kanatlarla gövde arasında kalan hacim yer değiştirerek sıvıyı emme tarafına taşımaktadır. Kanatlar ile gövde arasında küçük bir açıklık gereklidir. Çalışma sırasında sıvının bir kısmı bu açıklıktan geriye kaçar. Basınç arttıkça kaçak miktarı da artar. Bu pompalar genellikle sıvıya ilk hareketi vermek ve düşük basınçlar için kullanılır. Bazı pompalarda, kanatlara salmastra şeritleri ilave edilerek gövde ile daha yakın çalışmalarını temin edilmiştir. Bu şekilde pompa daha yüksek basınçlar ile çalışabilir.

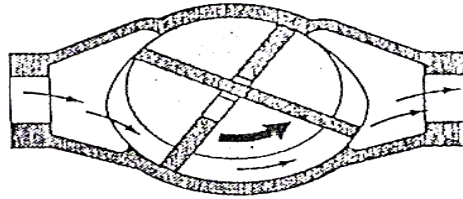
1.3.2.2. Kayar Paletli Pompalar

Paletli pompalarda bir set kayar palet döner rotora monte edilmiştir.



Şekil 1.38: Kayar paletli pompalar

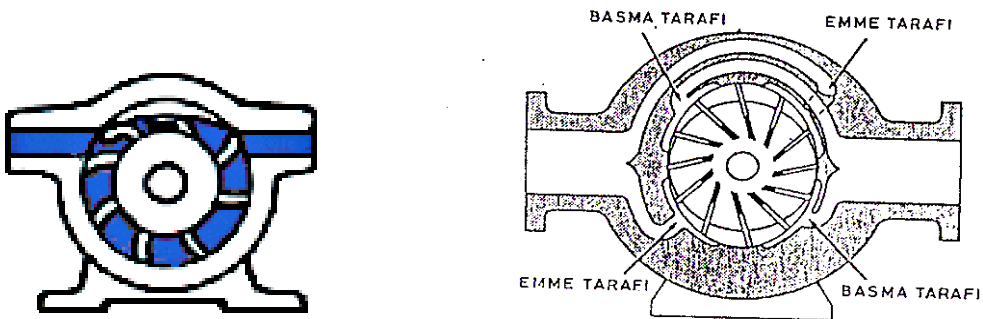
Rotor gövdenin merkezine kaçık olarak yerleştirilmiştir. Rotor dönerken kayar paletler rotorla gövde arasına hapsedikleri bir hacmi emme bölümünden basma bölümüne taşımaktadır.



Şekil 1.39: Sıvının emme bölümünden basma bölümüne geçişi

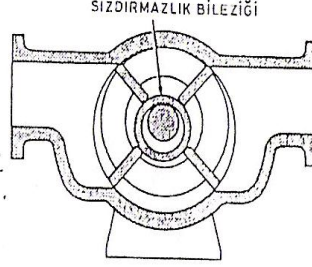
Basma bölümüne gelen palet rotor içindeki yuvasına girmekte emme tarafına gelince santrifüj kuvvetin etkisi ile yuvadan dışarı hareket etmektedir. Görüldüğü gibi rotor gövdeye kaçık olarak yerleştirildiği için dönme sırasında meydana gelen basma cepleri rotor yataklarını bir yönde zorlamaktadır.

Aşağıda görülen kayar paletli pompada iki taraftan emme ve iki taraftan basma yapıldığı için rotora gelen yük dengelenmiştir.



Şekil 1.40: Çift emme ve basma yapan pompalar

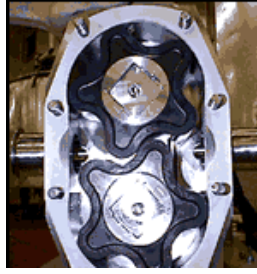
Bazı kayar paletli pompalarda bir yay veya sızdırmazlık bileziği paletler üzerine etki ederek gövdeye daha iyi temas etmeyi sağlar. Bu şekilde daha yüksek basınçlarda çalışmak mümkün olur.



Şekil 1.41: Sızdırmazlık bileziği

1.3.2.3. Dişli Pompalar

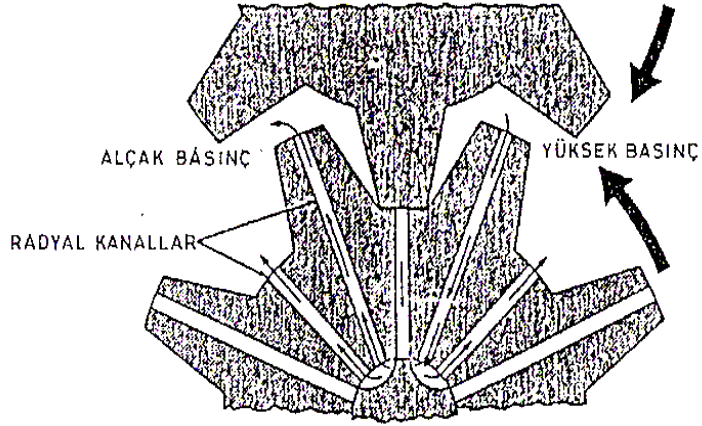
Aşağıda bir alın dişlisi pompası görülmektedir.



Resim 1.3: Dişli pompa

Dişliler birbirleri ile ters istikamette dönmektedir. Dişli ile gövde arasında kalan hacim emme tarafından basma tarafına taşınmaktadır. Dişli pompalarda dişlilerden birine hareket verilir. Diğer dişli, hareket verilen dişli tarafından döndürülür.

Dişli pompalar daha yüksek basınçlarda kullanılmaktadır (100 kg/cm^2 ye kadar). Dişlilerin birbirine temas ettiği pompanın merkez noktasında meydana gelen yüksek basıncı koy vermek için hareketli dişli içinde aşağıda görülen kanallar açılmıştır. Dişliler arasına hapsolan sıvı kanal içinden emme veya basma tarafına gider.



Şekil 1.42: Hareketli dişlide kanallar

Kanallar aynı zamanda pompanın emme tarafına yüksek vakum meydana gelmesini önler.



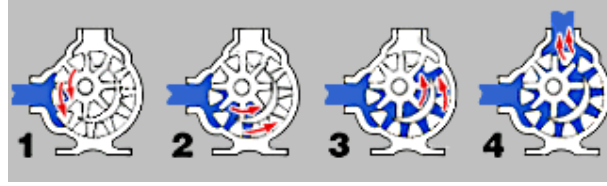
Resim 1.4: Alın ve V dişli

V şeklinde balıksırtı veya çift helisel dişliler pompalarda kullanılmaktadır. Alın dişli pompalar 600 devir/ dk.'ya kadar hızlarda çalışırken V dişli pompaların devir sayıları 1750 devir/dk.ya kadar çıkmaktadır.

Aşağıda görülen pompada yine dişli bulunmaktadır.



Resim 1.5: Kaçık eksenli dişli pompa



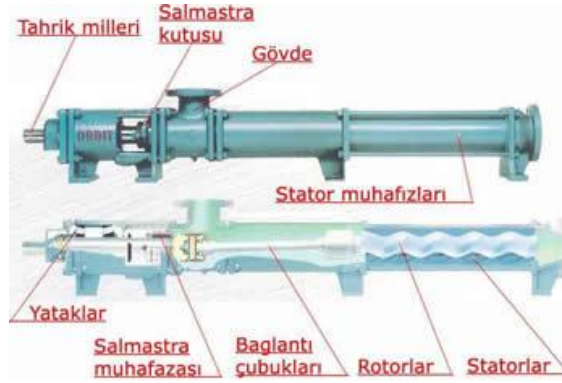
Şekil 1.43: Kaçık eksenli dişli pompa

Büyük dişli dışarıdan hareket almakta ve küçük dişliyi çevirmektedir. İki dişlinin eksenleri kaçıktır. Arada bulunan hilal şeklinde hücrede sızdırmazlık sıvısı bulunmaktadır.

Sızdırmazlık sıvısı sabittir. İki dişli arasında pompa sıvısının kaçmasını önlemektedir. Her iki dişli de sıvıyı basma tarafına taşımaktadır.

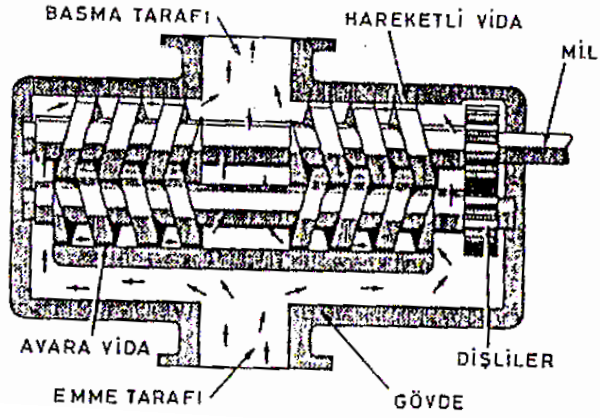
1.3.2.4. Vidalı Pompalar

Bu pompada sıvı tek bir vida tarafından basılmaktadır.



Resim 1.6: Vidalı pompa

Sıvı vida ve helis arasından vidanın dönmesi ile taşınmaktadır. Aşağıda görülen pompada iki adet vida vardır.



Şekil 1.44: Çift vidalı pompa

Bu pompada da vidalardan biri hareket vericiye bağlıdır. Diğer vida hareketini dişliden alır. Vidalı pompalar çok yüksek hızlarda çalışabilmektedir (7000 devir/dk.ya kadar).





Genel olarak döner pompalar viskozitesi yüksek olan sıvıların pompalanması için kullanılır. Viskoz sıvılar yavaş hareket ettikleri için döner pompalar yavaş çalışır ve düşük hızda hacimsel verimleri yüksektir.

Döner pompalarda çıkış hattı üzerinde çek vana gerekli olmamakla birlikte imalatçıların çoğu geri akışa karşı bir emniyet olmak üzere çek vana tavsiye etmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

- **Laboratuvar ortamında basit bir santrifüj pompasını devreye alınız.**

Kullanılan malzemeler: Santrifüj pompa, tank, plastik boru, birleştirme elemanları

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun bir elektrik motorunu seçiniz 	<ul style="list-style-type: none">➤ Önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı düzenleyiniz.
 <ul style="list-style-type: none">➤ İki tane 90⁰ lik dirsek seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Emme hattının ucunu su içine koyunuz.➤ Hortumla taban arasında boşluk kalacak şekilde ayarlayınız.
 <ul style="list-style-type: none">➤ İki tane 20 cm'lik PVC boru alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sistemin su basabilmesi için pompayı ve emme hattını su ile doldurunuz.
 <ul style="list-style-type: none">➤ Dirseklerle 90⁰ lik bağlantı elde ediniz.➤ Açık uçlu dirseği motorun basma hattına bağlayınız.➤ Motoru yeteri yüksekliğe çıkarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Belli bir süre çalıştıktan sonra sistemi kapatınız.➤ Bağlantının sağlamlığını kontrol ediniz.➤ Motoru çekim alanı içinde kalacak şekilde

➤ Kovayı su ile doldurunuz.	hazırlanmalıdır.
➤ Kovayı motor hizasının altına koyunuz.	➤ Yüksekliğin önemli olduğunu unutmayınız.
➤ Motorun emme hattına uygun çapta PVC hortum bağlayınız.	➤ Hortumun uygun çapta olması gerektiğini unutmayınız.
➤ Enerji hattını bağlayınız.	➤ Enerjiyi verirken önlem alınız.
➤ Pompa enerji düğmesine basınız.	➤ Açma düğmesine dokunurken önlemleri kontrol ediniz.
➤ Pompanın çalışmasını izleyiniz.	➤ Çalışmayı not alarak izleyiniz.
➤ Rapor hazırlayınız.	➤ Yaptığınız işlemleri rapor olarak hazırlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçeği	Evet	Hayır
1. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
2. Uygun bir elektrik motorunu seçtiniz mi?		
3. İki tane 90 ⁰ lik dirsek seçtiniz mi?		
4. İki tane 20 cm' lik PVC boru aldınız mı?		
5. Dirseklerle 90 ⁰ lik bağlantı elde ettiniz mi?		
6. Açık uçlu dirseği motorun basma hattına bağladınız mı?		
7. Motoru yeteri yüksekliğe çıkarttınız mı?		
8. Kovayı su ile doldurdunuz mu?		
9. Kovayı motor hizasının altına koydunuz mu?		
10. Motorun emme hattına uygun çapta PVC hortum bağladınız mı?		
11. Enerji hattını bağladınız mı?		
12. Pompa enerji düğmesine bastınız mı?		
13. Pompanın çalışmasını izlediniz mi?		
14. Rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Pompalar sıvıların veya basıncını artıran makinelerdir.
2. Pompalar bir boru içinde akan sıvının akış ve dolayısıyla artırmak için de kullanılır.
3. Kapasite, bir pompanın belli bir zaman aralığı içinde sıvı miktarıdır.
4. Hacimsel verim düştükçe pompanın gerçek azalır.
5. Kap içinde bulunan sıvının ağırlığı dolayısıyla birim taban alanı üzerinde etkisine..... denir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Hangisi pompa karakteristiklerinden değildir?
A) Emme basıncı B) Basma basıncı C) Debi D) Sıcaklık
7. Atmosfer basıncı su sütunu cinsinden ne kadardır?
A) 10,33 m B)1033 m C) 1030 m D)13.60 m
8. Bir pompanın kendi seviyesinden daha düşük seviyede bir sıvıyı emebilmesini sağlayan hangisidir?
A) Atmosfer basıncı B) Emme basıncı
C) Basma basıncı D)Sıvı hacmi
9. Benzin basan bir pompanın toplam basma yüksekliği $H = 100$ m, debisi $Q = 15$ l/sn. $\delta = 0,9 \text{ kg/cm}^2$ ve gücü 24 HP olduğuna göre % verimini (n) hesaplayınız?
A) 25 B)50 C)75 D) 100
10. Pompanın emme tarafındaki mutlak basınç sıvı sütunu cinsinden 8 m ise ve buhar basıncının sıvı sütunu cinsinden değeri 4 m ise NPEY ne kadardır?
A) 8 m B) 4 m C) 6 m D) 2 m

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağladığında kurallarına uygun olarak pompayı devreye alabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Pompalarda korozyonu araştırınız.
- Önleyici bakımda dikkat edilmesi gerekli hususları araştırınız.

2. POMPALARI İŞLETME

2.1. Santrifüj Pompalarda Eksenleme ve Titreşim

Santrifüj pompa ile hareket verici bir kavrama (kaplin) ile birbirine bağlıdır. Pompa sıcak sıvılarla çalışıyorsa kavramanın eksen ayarı yapılmadan önce pompa işletme sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Eksenleme hataları mil ve kavramada aşınmalara ve kırılmaya neden olur. Hatalı eksenleme aynı zamanda yataklarda ve sızdırmazlık aksamalarında aşırı ısınmalara ve arızalara sebep olur. Aşınma halkaları ve fan diğer aksamlara sürünür.

Dönen parçaların balanssızlığı titreşim meydana getirir. Hatalı eksenleme ve fanın bir bölümünün tıkanması da titreşim nedenleri olabilir. Kavitasyonda önemli bir titreşim kaynağıdır. Kavitasyon emme bölümündeki sıvı içinde buhar habbeciklerinin meydana gelmesi ve bunların basma bölümünde aniden yoğunlaşması olayıdır.

Bazen titreşim sesi işitilebilir veya pompaya elle temas edilince hissedilebilir. Bazı pompalarda titreşimi ölçen estrümanlar vardır. Fazla titreşim hatalı bir çalışmanın işaretidir. Eğer anormal bir gürültü ve titreşim meydana gelirse pompa en kısa zamanda devreden çıkarılmalıdır.

2.2. İşletmeye Alma

Pompa işletmeye alınmadan önce yağlama mekanizması kontrol edilmelidir. Yağlama sistemi temiz olmalı ve yağ içine su kaçması önlenmelidir. Yağın pompaya sürekli olarak gönderildiği kontrol edilmeli, gres kapları muntazam aralıklarla doldurulmalıdır.

Pompa donatımları, pompalanan sıvının veya sürtünmenin etkisi ile ısınabilir. Aşırı sıcaklığa toleranslı olmayan pompa aksamı için soğutma sistemleri sağlanmış olmalıdır. Pompa sıcak sıvı ile çalışıyorsa salmastra kutusu genellikle soğutulur ve salmastranın özelliğini kaybetmesi önlenir. Mekanik salmastra yüzeyleri de soğutulmalıdır. Yüzeyler fazla

ısınırsa aşınma ve bozulma artar. Yatak yuvalarında uygun açıklığın sağlanması için bunların soğutulması gerekebilir.

Pompa çalıştırılmadan önce tüm soğutma ve yağlama sistemi kontrol edilerek iyi durumda olmaları sağlanmalıdır. Soğutma, suyu bütün soğutma sistemi içinde sirküle etmelidir. Sıcak sıvı ile çalışan pompa çalıştırılmadan önce ısıtılarak parçaların farklı hızlarda genişlemesinden meydana gelebilecek hasar önlenmelidir.

Genleşme farkları hareketli ve sabit parçaların birbirine temas etmesine sebep olabilir. Pompanın yavaş ve tedrici bir şekilde ısıtılabilmesi için sıcak akışkan, duran pompa içinde sirküle edilmelidir.

Sıcak servislerde çalışan yedek pompa, işletmede olan pompanın çıkışına bağlı küçük bir sirkülasyon hattı ile devamlı sıcak olarak muhafaza edilmelidir.

Pompaya giren ve çıkan boru hatlarındaki akışkanın uygun viskozitede olması ve serbest akabilmesi gerekir. Bunun için hatların etrafında bulunan buhar refakat borularını pompa çalışmaya başlamadan önce devreye alınmalıdır.

Pompaya hareket veren motor ve türbinin çalışmaya hazır olduğu ve yağlama devresinin çalıştığı kontrol edilmeli, pompa miline ulaşabiliyorsa serbest olarak döndüğü kontrol edilmelidir. Eğer elektrik motoru yeni takılmış veya revizyon görmüş ise kavrama bağlanmadan önce dönüş yönü kontrol edilmelidir.

Pompa giriş ve çıkış vanaları talimatlara uygun olarak set edilmelidir. Vanalar uygun olarak set edilmemiş ise yanlış sıvı pompalanabilir veya basılan sıvı yanlış yere gidebilir. Pompaların çoğunda çıkış vanası devreye alınırken kapalı tutulur.

Çıkış vanasının kapatılması pompalama gücünü azaltır. Bu şekilde pompayı çeviren motora yol verilirken motor ilk harekette az yüklenir. Diğer taraftan emme hattında bir yetersizlik sorunu ortaya çıkmaz. Ancak emme hattı tamamıyla açık olmalıdır. Pratikte genel olarak devreye alma sırasında emme hattı açık, basma hattı kapalı tutulur. Otomatik olarak devreye giren pompalarda her iki hat da açık olarak muhafaza edilir.

Santrifüj pompalar asla kuru olarak çalıştırılmaz. Santrifüj pompaların çoğu işletmeye almadan önce sıvı ile doldurulur. Ancak sıvı içinde batık olarak çalışan dikey pompalarda buna gerek yoktur. Pompanın içine sıvı doldurulması için gövdedeki havalandırma deliği açılır. Pompa içindeki hava ve buhar havalandırmadan dışarı çıkar. Ancak pompa içinde tehlikeli sıvı ve buhar havalandırmada kapalı bir sisteme bağlanmış olmalıdır. Pompa sıvı ile doldurulurken emme borusunun da tamamıyla dolu olması hiçbir tarafta hava veya buhar cebi kalmaması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak hareket verici görevini yapmaya hazırsa ve aşağıdaki şartlar sağlanmış ise pompa çalıştırılır.

- Bütün havalandırma ve boşaltma delikleri ve vanaları kapatılmıştır.
- Yağlama ve soğutma sistemi kontrol edilmiştir.

- Buhar refakat boruları çalışmaktadır.
- Giriş ve çıkış vanaları uygun şekilde set edilmiştir.
- Pompa sıvı ile doldurulmuştur.

Pompa çalışmaya başladıktan sonra çıkış vanası yavaş yavaş açılır. Çıkış basıncı normal ve kararlı olarak kalırsa ve pompa emiş yapıyorsa olduğu gibi bırakılır. Eğer çıkış vanası kapalı vaziyette iken pompa uzunca bir süre çalıştırılırsa ısınır ve sıvı buharlaşarak pompa emişini bozabilir. Çıkış basıncı yükselmez veya önce yükselir sonra düşerse pompa büyük ihtimalle emme yapmamaktadır. Emme hattı boşalmış ise pompa durdurulur ve tekrar doldurulur.

Pompa gövdesinde bulunan salmastra kutusu, flanş, havalandırma ve boşaltmalar sızıntılara karşı kontrol edilmelidir. Salmastra kutusu baskı flanşı kontrol edilerek sızıntının yağlama yapacak miktarda olduğuna ve fazla olmadığına bakılmalıdır. Salmastra ve yatakların sıcaklıkları genellikle elle dokunarak kontrol edilir. Yağlama ve soğutma yetersizliği veya mekanik hasarlar genellikle sıcaklık artışı ile kendini gösterir. Kavrama kontrol edilerek yağ sızdırmazlığına bakılmalıdır.

İşletmenin düzgün ve sürekli olmasını sağlamak için periyodik teknik kontroller gereklidir. Eğer anormal bir ses meydana gelirse sebebi mutlaka belirlenmelidir. Pompa çalışma şartlarını düzeltmek gerekebilir. Arıza mekanik ise pompa devreden çıkarılmalıdır.

2.3. Devreden Çıkarma

Pompa servisten çıkarılacaksa uygun bir şekilde durdurulmalıdır. Önce hareket verici stop edilir. Kazara çalışmaması için gerekli emniyet tedbirleri alınır. Pompa uzaktan kumandalı devreden çıkarma cihazına sahipse bu cihazın denenmesi için uygun bir fırsattır.

Emme ve çıkış vanaları kapatılır. Pompa sıvısı boşaltılarak emniyete alınır. Yağlama ve soğutma sistemleri stop edilir. Donma tehlikesi varsa soğutma sisteminin suyu boşaltılmalıdır. Buhar refakat boruları işletme şartlarına bağlı olarak çalışır hâlde tutulabilir veya kapatılabilir.

Pompa olduğu yerde revizyon göreceksa hatlara körler ve kapaklar konması gerekebilir. Eğer tamir için atölyeye alınıyorsa pörç edilerek yıkanmalı, kaidesinden söküldükten sonra hatlara körler konulmalıdır. Pompadaki tehlikeli buhar ve sıvılar inert bir madde ile pörç edilmelidir. Genellikle pompa buharla pörç edilir ve su ile yıkanır.

Pompa işletme yedeği olarak kullanılacaksa soğutma ve yıkama sistemleri açık bırakılır. Emme ve basma vanaları da açık bırakılarak pompa çalışmaya hazır vaziyette bekletilebilir. Yedek pompanın çıkışında genellikle bulunan çek vana sıvının buradan geri dönüşünü önler. Aksi takdirde pompalama sisteminde önemli bir kapasite kaybı olur.

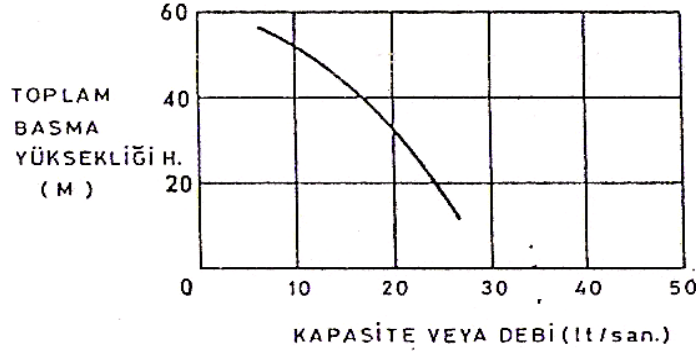
2.4. Santrifüj Pompaların Genel Problemleri

2.4.1. Pompanın Tedricen Kapasiteden Düşmesi

Fana kaçan yabancı maddeler, pompanın kapasite düşümüne sebep olur. Yabancı maddeler aynı zamanda balanssızlığa sebep olabilir. Eğer sıvı içine yabancı maddelerin kaçma ihtimali varsa filtre veya süzgeç kullanılır. Yeni yerleştirilen bir pompa emme hattına konulan bir süzgeçle korunmalıdır. Emme hattından pompada tıkanmaya sebep olabilecek madde gelmeyeceğinden emin oluncaya kadar süzgeç yerinde muhafaza edilir. Temiz sıvılar için süzgeç gerek yoktur.

Türbin gibi hareket vericiler devirden düşerse pompanın debisi azalır. Dengeleme bileziği aşınırsa ve gövde ile bilezik arasındaki boşluk artarsa buradan emme hattına kaçan sıvı miktarı artar. Kapasite düşer. Aynı şekilde aşınmış bilezikler de zamanla kapasitenin düşmesine sebep olabilir. Fanın kanat uçlarının aşınması da kapasite azalması nedeni olabilir.

Pompa çıkışında herhangi bir tıkanma ve direnç olduğu zaman toplam basma yüksekliği artar ve debi düşer. Aşağıdaki grafikte bu durum görülmektedir.



Grafik 2.1: Debi basma yüksekliği grafiği

İlave sürtünmeyi yenmek için basma yüksekliği artmış buna karşılık debi düşmüştür. Basma yüksekliği artarken debinin düşmesi pompa çıkışında kısmi bir tıkanma olduğunu belirtir. Gerçi debi, emme hattındaki süzgecin kısmen tıkanmasından da düşebilir.

2.4.2. Revizyon Yapılmış Pompanın Servise Alınması (Kapasite Hâlâ Normalin Altında ise)

Emme veya basma hattında bazı maniler kalmış olabilir. Elektrik motoru yanlış bağlanmış ve fan ters yönde dönüyor olabilir. Hareket verici (buhar türbini) nin de revizyonu gerekmektedir. Yetersiz güç ve hız vermektedir.

2.4.3. Pompanın Düşük Hızda Normal Çalışması (Yüksek Hızda Emiş Kaybolması)

Emme hattında bir tıkanıklıktan dolayı mevcut NPEY azalmıştır. Pompa yüksek devirde iken NPEY yeterli olmamaktadır. Emme sıcaklığı artmış veya pompalanan hafif maddenin buhar basıncı artmıştır. Bu durumda yine mevcut NPEY yetersiz kalmıştır.

2.4.4. Hareket Vericinin Zorlanması

Normal olarak hareket verici pompalanan sıvıya göre seçilir. Aynı pompada başka sıvı basılıyorsa hareket verici aşırı yüklenebilir. Eğer elektrik motoruna yol verilmiyorsa veya sigorta atıyorsa genellikle aşırı yüküdür. Aynı şekilde aşırı yüklü türbin tam devrine çıkamaz. Çünkü pompalanan sıvının özgül ağırlığı veya viskozitesi fazla ise pompalanması daha büyük güç gerektirir. Hareket verici istenen kapasiteye uygun olarak seçilmemiş de olabilir. Bu problem pompa debisini düşürmekle giderilebilir.

Hareket verici salmastraların sıkı olması sebebi ile de zorlanabilir. Salmastraların gevşetilmesi sürtünmeyi azaltır. Pompa gövdesinde meydana gelebilecek bir çarpılma fanın serbest dönmesini önler ve aşırı yüklenmeye sebep olabilir.

2.4.5. Pompanın Devamlı Olarak Emişten Düşmesi

Devamlı olarak emişten düşen pompanın emme hattı, çalışmadan önce tam doldurulmamış olabilir. Emme hattında hava veya buhar cebi oluşmuş ya da emme süzgeci tıkanmış olabilir. Pompa emme sistemi, vakum altında çalışıyorsa dışardan hava kaçağı mümkündür. Vakum altında çalışan pompalarda da salmastra kutusuna giden sızdırmazlık hattı tıkalı ise pompaya hava girebilir. Sıvı halkasının yerinde olmaması da hava girişine sebep olabilir. Pompanın mevcut NPEY'si limite çok yakın ise yine pompa devamlı olarak emişten düşebilir.

2.4.6. Kaviteasyon

Kaviteasyon, sıvı içinde önce buhar habbeciklerinin oluşması sonra bunların aniden yoğuşması olayıdır. Pompalarda önemli bir problemdir. Buhar habbecikleri emme bölgesindeki basınç buharlaşma basıncının altına düştüğü zaman oluşur.

Fana taşınan habbecikler yüksek basıncın etkisi ile aniden yoğunlaşır, bıraktıkları boşluğa sıvı hücum ederek kanatlara çarpar. Bu şekilde çalışma, pompadan bir ses gelmesine sebep olur. Aynı zamanda kanatlarda aşınma ve karıncalanma meydana çıkar. Kaviteasyon bir işletme sorunudur fakat pompa hasarlanırsa mekanik bir problem hâline gelir. Kaviteasyonun sebebi mevcut NPEY'nin yeterli olmamasıdır. Mevcut NPEY'yi artırmak için debinin azaltılması gerekebilir. Mevcut NPEY, emme düşümü azaltılarak yani pompa emme sıvısına daha fazla yaklaştırılarak veya emme borusu çapı büyütülerek de artırılabilir.

2.4.7. Santrifüj Pompanın Özellikleri

Santrifüj pompanın fanı sessiz ve sakin çalışıyorsa sıvı akışı da düzenlidir. Pistonlu veya hacimsel pompaların çıkış vanaları kapatılırsa gövdede yüksek bir basınç oluşur (hareket verici ve pompa tipine bağlı olarak).

Santrifüj pompada ise çıkışın bloke edilmesi fazla basınca sebep olmaz. Böylece hareket verici de aşırı yüklenmez. Ancak verilen enerji sürtünmede kullanıldığından sıvı ısınır ve sıcaklık artar. Santrifüj pompanın kapasitesinin %10'un altında çalıştırılması tavsiye edilmez. Bir mecburiyet varsa baypas hattı kullanılarak sirkülasyon ve soğutma sağlanır. Santrifüj pompalar nispeten basit ve ucuz makinelerdir.

2.5. Hacimsel Pompaların İşletilmesi

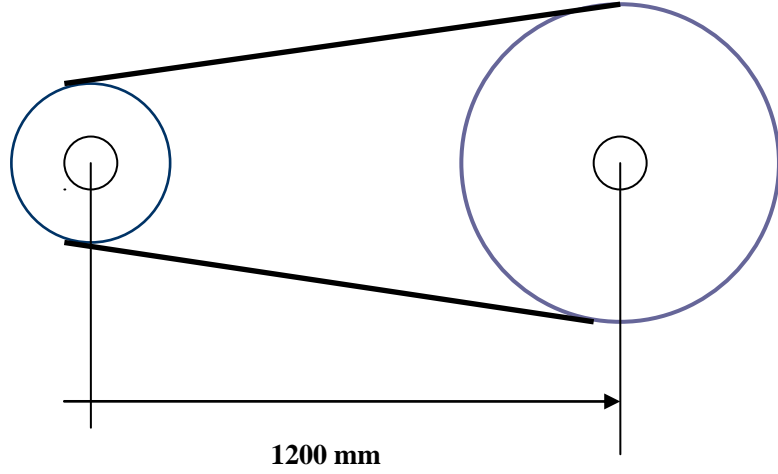
2.5.1. Hazırlık

İşletmeye almadan önce ve hareket vericinin çalışmaya hazır hâle getirilmesi gerekir. Krank karteri ve diğer yağlama sistemleri yağ veya yağlayıcı madde ile doldurulmuş olmalıdır. Yataklar ve bağlantılar genellikle muntazam aralıklarla greslenir. Aşırı gresin yataklarda ısınma ve arızalara sebep olabileceği dikkate alınmalıdır. Buhar silindirleri genellikle buhar hattına püskürtülen yağ ile yağlanır.

Pompa ve hareket vericinin soğutma sistemi varsa su veya soğutucu doldurulup sirkülasyona başlanır. Pompa soğukken yüklenirse bazı aksamı diğerlerinden daha çabuk ısınır. Eşit ısınmayan parçaların genişlemeleri de farklıdır.

Farklı genleşmeler hareketli aksamda sıkışmalara, durmalara ve tüm pompa ünitesinin hasarlanmasına sebep olabilir. Pompa dururken meydana gelen ısınma farklılıkları hasara sebep olmaz. Bu bakımdan pompa çalışmadan önce sıcak pompa sıvısı, pompa silindirleri ve gövdesi içinden yeteri kadar süre sirküle edilerek bütün parçalar aynı sıcaklığa getirilir.

Serviste olmayan yedek pompa genellikle çalışan pompanın bastığı sıvı ile devamlı sirküle edilir. Bunun için yedek pompadan çıkan sirkülasyon hattı, çalışan pompanın emme tarafına bağlanır. Hareket verici bir elektrik motoru ise pompa ve motor millerinin dönüş yönleri kontrol edilerek ters bağlantı varsa düzeltilir. Buhar makinesinin silindirlerinde sıvı hâlde su veya kondensat boşaltılır. Sıkıştırılması mümkün olmayan kondensat silindir kafalarında hasara sebep olabilir. V kayışlarının gerginliği kontrol edilir.



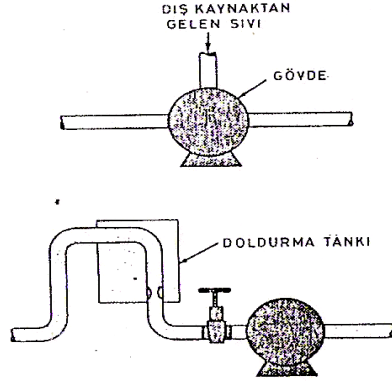
Şekil 2.1: V kayışlarının gergiliği

Yukarıdaki kayış mekanizmasında açıklık 1200 mm'dir. Çünkü çıkış vanasının genellikle V kayışlar her 1200 mm'de açıklıkta kendi kalınlığı veya genişliği kadar sehim yaparsa iyi ayarlanmış kabul edilir.

Gevşek kayışlar sıkılır, aşırı olanlar değiştirilir. Pistonlu pompalarda aşınmış pistonlar veya segmanlar değiştirilmelidir. Salmastra kutusundaki sızıntı kontrol edilerek salmastra baskısı yeteri kadar sıkılır. Vana kapaklarının yerinde olduğuna ve bütün civataların yeteri kadar sıkılmış olduğuna bakılır. Basınç düşürme vanaları düzenli olarak kontrol edilmeli ve istenen basınçta çalışacak şekilde set edilmelidir. Pompaya gelen ve giden borularda bulunan vanaların açık olduğuna bakılmalıdır. Özellikle çıkış vanası için çift kontrol gereklidir. Çünkü çıkış vanasının kapalı kalması anında ciddi hasarlara ve kırılmalara neden olabilir.

Pompayı çalıştırmadan evvel emme hattı sıvı ile tamamıyla doldurulmuş olmalıdır. Emme hattında üst noktalarda meydana gelebilecek buhar ceplerini tahliye için havalandırma vanaları bulunmalıdır. Eğer tahliye edilen buhar yanıcı ise buhar çıkışı artık giderme sistemine bağlanmış olmalıdır. İleri geri hareket yapan pompalar çalıştırılmadan önce darbe damperleri ve emme damperi sıvı ile doldurulmuş olmalıdır. Emme dampere içinde meydana gelebilecek buhar cebi de tahliye edilmelidir.

Döner pompa imalatçılarının çoğu pompanın çalıştırılmadan önce sıvı ile dolu olması birbirine yakın çalışan parçalar arasındaki sürtünme aşınmayı azaltır. Aşağıdaki resim pompanın sıvı ile doldurulması için kullanılan iki metodu göstermektedir.



Şekil 2.2: Pompanın sıvı ile doldurulması

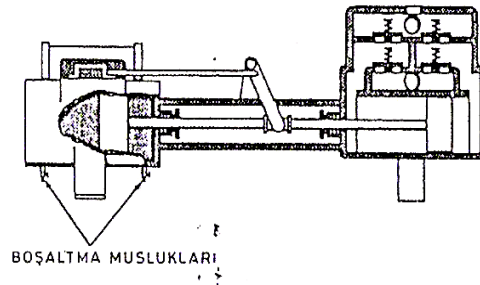
Pompa gövdesinde sıvı, bir dış kaynaktan doldurulabildiği gibi emme hattına ilave edilmiş sıvı dolu bir tank da bu amaçla kullanılmaktadır.

2.5.2. Devreye Alma

Bazı hareket vericilerin düşük hızda ve tam yükte çalıştırılmaları sakıncalıdır. Bu sebeple devreye almadan önce operatör, pompanın ilk harekette tam yüklenmeyeceğinden emin olmalıdır. Çıkış hattı ile emme bölümünü birleştiren baypas hattı açık, buna karşılık pompa basma vanası veya hat üzerindeki çek vana kapalı durumda iken hareket vericiye gelen yük sınır ve değerdedir. İçten yanmalı motorlar çalışmaya başlar başlamaz silindirlerde bir ısınma olur.

Soğuk motorda ilk hareketten sonra bütün aksamlar aynı hızda ısınmaz. Bu sebeple parçaların ısınma ile genişlemeleri de farklı olur. Bu şartlarda motorun yüklenmesi doğru değildir. Ancak bir süre sonra bütün parçalar işletme sıcaklığına çıkınca motor yüklenmelidir.

O hâlde içten yanmalı motorlar ilk harekette yüklü olmalıdır. Motor ısındıktan sonra yüklenir. Elektrik motorlarında bütün parçalar eşit olarak ısınır ve bu sebeple genişleme farkları meydana gelmez ve motorun çalışma hızına çıkar çıkmaz yüklenmesi sakıncalı değildir. Hareket verici, işletme sıcaklığına ulaştıkça çıkış vanası açılarak baypas kapatılır ve pompa işletmeye alınmış olur.



Şekil 2.3: Boşaltma muslukları

Doğrudan hareketli pompalarda, buhar silindiri içinde bulunan su veya kondensat tahliye edilmelidir. İlk çalışmada egzoz hattı açılır ve yüksek basınçlı buhar verilerek hareket verici ısıtılır. Daha sonra boşaltma vanaları kapatılır. Pompa sıcak sıvı ile çalışıyorsa pompanın da normal sıcaklığa çıkarılması gerekir. Pompanın doldurulmuş olması gaz ve buhar ceplerinin tahliye edilmiş olması gerekir. Bütün bunlardan sonra buhar silindire verilir. Pompa çalışma devrine ayarlanır.

Pompa çalışırken gövde salmastra ve boru donanımında kaçaklar kontrol edilmelidir. Salmastrada sızıntı ile birlikte sıcaklık da kontrol edilmelidir. Aşırı ısınma salmastranın fazla sıkıldığı belirtilir. Salmastrada yağlama yapacak kadar sızıntı gereklidir. İşletmede olan pompa denetlenmeye devam edilmelidir. Anormal bir sesin kaynağı ve muhtemel sebebi belirlenir ve arızayı gidermek için pompa devreden çıkarılır.

2.5.3. Devreden Çıkarma

Bir pompanın devreden çıkarılması için hareket verici durdurulur. Elektrik motorunda şalterin kapatılması ile motor durur. İçten yanmalı motorlar durdurulmadan önce az yüklü veya yüksüz vaziyette 10-15 dakika çalıştırılmalıdır. Hareket verici durdurulduktan sonra bütün vanalar kapatılır. Doğrudan hareketli devreden çıkarılması için önce buhar giriş vanası kapatılır. Daha sonra egzoz vanası kapatılır ve silindirdeki kondensat boşaltılır. Don ihtimali varsa pompa soğutma sistemindeki su boşaltılmalıdır. Sıcaklıktan dolayı pompada basınç gaz veya buhar oluşması ihtimali varsa havalandırmalar açılır.

Pompa servisten alınacaksa hareket verici kapatılır, yanlışlıkla veya kaza ile çalıştırılmaması için sökülmeden kilitletir. Bir pompanın atölyede veya yerinde tamiri gerekiyorsa pompaya irtibatlı proses hatlarına körler konulması gerekir.

Pompayı atölyeye götürmek gerekiyorsa bağlı olduğu kaideden sökülmeden önce buhar ile pörç etmek ve yıkamak gerekir. Eğer pompa işletme yedeği olarak bekleyecekse soğutma sistemi çalışır bırakılır. Emme ve basma vanaları açık tutulur. Bu şekilde pompa çalışmaya hazırdır. Genellikle yedek pompa çıkışında bulunan çek vana çalışan pompanın sıvısının buradan baypas etmesini önler.

2.6. Hacimsel Pompaların Genel Problemleri

2.6.1. Pompanın Tedricen Kapasiteden Düşmesi

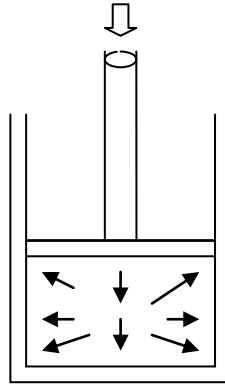
Aşınma ve kaçaklar tedrici kapasite kaybının sebepleridir. Salmastradan aşırı bir sızıntı olduğu zaman bunların değiştirilmesi gerekir. Kirli, kumlu ve içinde koklanmış parçalar bulunan sıvılar supapları aşındırır ve tıkar. Kırık veya aşınmış supaplar değiştirilir, kirli ve tıkalı olanlar temizlenir. Supap hataları kapasite düşmesinin en çok rastlanan sebepleridir. Baypas hattında bulunan vananın kaçırması da bir kapasite düşmesi sebebi olabilir. Sabit buhar veya hava basıncı ile çalışan doğrudan hareketli pompalarda sıvı çıkış basıncı değiştiği zaman kapasite de değişir. Bu bakımdan bu pompalarda kapasite düşümünün sebebi, basıncın artması da olabilir.

2.6.2. Emme Yetersizliği

Emme basıncı pompanın sıvı ile dolmasına yetmeyebilir. Gerekli NPEY'nin altına düşölürse pompa emişi hemen kaybolur. Emme hattında bulunan bazı engeller veya aşırı basınç düşümü emme yetersizliğine sebep olabilir. Bu durumda sıvı seviyesi kontrol edilir. Emme tarafının basıncı ve emme hattının durumu gözden geçirilir.

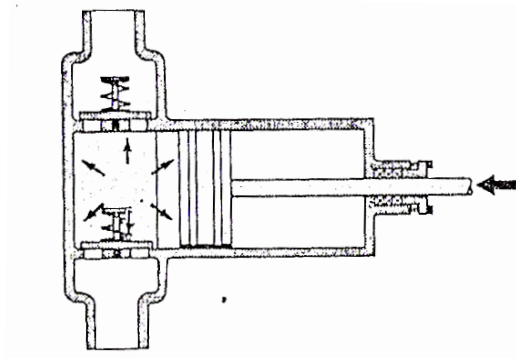
2.6.3. Buhar Kilitlemesi

Gazlar sıkıştırılabilir.



Şekil 2.3: Gazın sıkıştırılması

Bir gaza basınç uygulanınca gazın hacmi küçölür. Aşağıdaki pistonlu pompa yüksek basınçlı gazla doludur.



Şekil 2.4: Pistonlu pompada gazın sıkıştırılması

Pistonun ileri hareketinde gaz daha küçük bir hacme sıkışır. Ancak meydana gelen basınç basma supabını açacak kadar yüksek olmayabilir. Basma supabı açılmayınca gaz basma hattına giremez ve silindir içinde kalır. Emme strokunda silindir, içinde belli bir basınç yaratan gaz emme supabının açılmasına mani olur. Pompa emiş yapamaz. Netice olarak piston ileri geri hareket eder fakat pompa görev yapmaz. Bu duruma buhar kilitlemesi adı verilir. Böyle çalışan pompa sıvı basmadığı gibi gürölü ve titreşim yapar.

Sıfıra yakın kapasitede gürültülü çalışan bir pompada buhar kilitlemesi olayının meydana geldiği kolayca anlaşılır. Emme hattındaki kaçaklardan mil veya rot etrafındaki salmastradan pompaya hava girebilir. Emme borusunun ucu sıvı sathına çok yakın kalmış ise buradan da hava girebilir. Pompalanan sıvının buharlaşması da buhar kilitlemesine ve dolayısıyla emmenin yok olmasına sebep olabilir. Buharlaşmayı önlemek için mevcut NPEY'liği gerekli NPEY'den büyük veya ona eşit olmalıdır. Mevcut NPEY'nin artırılması için emme basıncı artırılmalı veya emme tarafındaki sıvı sıcaklığı azaltılmalıdır. Eğer mevcut NPEY yetersiz ise pompa hızı azaltılır.

Buhar kilitlemesi yapan bir pompa ve silindirindeki buharın temizlenmesi için basma tarafı blok vanası kapatılır. Pompa çıkışı atmosfere veya daha düşük basınçlı bir sisteme açılır. Buhar kilitlemesini düzeltmek için emme tarafı kontrol edilmeli veya mevcut NPEY'ni artırmak için pompa hızı azaltılmalıdır.

2.6.4. Kapasitenin Aniden Azalması

Çıkış boru hattında bir kapatılmadan meydana gelen ani basınç yükselmesi kapasiteyi de aniden düşürür. Bu durumda doğrudan hareketli pompaların buhar makineleri stop eder. Diğer tip hareket vericiler aşırı yüklenerek pompayı stop ettirir. Eğer çıkış hattı üzerinde bir emniyet vanası yoksa ve hareket verici çalışmaya devam ediyorsa contalar, borular veya pompanın bazı aksamı parçalanabilir.

Çıkış boru hattında aşırı bir sürtünme kaybı da çıkış basıncını artırabilir. Boru çok uzun veya küçük çaplı ise kapalı bir hat gibi etki yapabilir. Emmenin kaybolması da ani kapasite düşümü neticesini verir.

2.6.5. Aşırı Yüklenme

Aşırı yüklenmenin önemli sebeplerinden biri pompada anormal sürtünme kuvvetleri meydana gelmesidir. Bunun başlıca sebepleri, salmastranın çok sıkı olması, yağlama yetersizliği ve eksenleme hataları dolayısıyla meydana gelen aşırı sürtünmelerdir.

Çıkış boru hattında meydana gelen basınç yükselmesi de aşırı yüklenmenin sebebidir. Eğer basılan sıvının viskozitesi veya yoğunluğu artmışsa güç ihtiyacı da büyür.

2.6.6. Aşırı Hız

Aşırı yüklenme doğrudan hareketli ve motorla çalışan pompalarda aynı tesiri yapar. Buna karşılık yükün azalmasının meydana getirdiği etkilenmeler farklıdır. Mesela alternatif akım elektrik motorunda güç değişince devir sayısı değişmez. Buna karşılık içten yanmalı bir motor da güç birden azalınca devir sayısı da giderek artar. Emme miktarının azalması da yükün azalması sonucunu verir.

2.6.7. Kısa Strok

Doğrudan hareketli pompalarda piston bazen kısa strok yapabilir. Doğrudan hareketli pompalarda darbe vanaları bulunabilir. Pistonun hızını kesme zamanı çok uzunsa kısa strok meydana gelebilir. Buna karşılık bu süre çok kısa ise piston strok sonunda silindire çarpar.

Kapasite için strok ayarı yapılan pompalarda bu ayarın bozulması da kısa stroka sebep olabilir. Doğrudan hareketli pompalarda buhar supaplarının aşınması ve yanlış ayarlanması güç düşmesine veya pompanın stop etmesine sebep olabilir.

2.6.8. Gürültü ve Titreşim

Fazla gürültü ve titreşim hatalı çalışmanın belirtileridir. Buhar kilitlemesi önemli bir gürültü ve titreşim nedenidir. Eksenlemenin hatalı oluşu, balanssızlık, yatakların aşınması da gürültü ve titreşim yapar. Piston bağlantı somunu gevşek olabilir ve piston rot içinde ileri geri kayabilir. Genelde aşınmış herhangi bir aksam gürültüye sebep olabilir. Kırık veya zayıflamış supap yayları değiştirilmelidir.

Bazen pompa kaidesi iyi bağlanmadığı veya cıvatalar yeteri kadar sıkılmadığı için titreşim yapabilir. Kötü dizayn edilmiş çıkış boru hatları gürültüyü ve titreşimi artırabilir. Basınç dalgalanmaları çıkış borularında titreşim meydana gelmesine sebep olabilir.

Bu durum basma borusu çapının çok küçük seçildiğine işaret olabildiği gibi darbe damperinin sıvı ile dolu olduğuna ve gaz ikmali gerektiğine de işaret olabilir.

Yağlama yetersizliği veya hatalı yapılması hareketli parçaların tutukluk yapmasına ve sonuçta gürültü ve titreşime sebep olabilir. Doğrudan hareketli pompalarda buhar supaplarının ayarsızlığı ve zamanında açılmamaları da gürültülü çalışmaya sebep olur.

Çatırtı ve çatlama sesi silindirlerde su bulunduğuna işarettir. Bu durumda silindirin boşaltma vanaları kısmen açılarak su tahliye edilir. Gürültü duruncaya kadar açık tutulur.

Boşaltma vanası kapatıldığı zaman tekrar gürültü meydana geliyorsa silindire muhtemelen su gelmektedir. Kazan ıslak buhar üretmekte veya buhar tutucular iyi çalışmamaktadır.

İşletmelerin devamlılığı ve güvenirliliği için periyodik kontroller gereklidir. Anormal bir sesin sebebi mutlaka belirlenmelidir. Pompa çalışma şartlarını düzeltmek yeterli olmuyorsa muhtemelen mekanik bir arıza vardır ve pompanın devreden çıkarılması gerekir.

2.6.9. İşletme Bakımı

Yukarıda söylendiği gibi pompanın periyodik olarak kontrol edilmesi gerekir. Yağ seviyeleri kontrol edilerek bütün yağlama noktalarına yağ gittiğinden emen olunmalıdır. Yağ akışı denetlenerek bütün hareketli parçaların yağlanması sağlanmalıdır.

İyi bir yağlama sürtünme aşınmasını ve fazla aşınmayı önler. Soğutma ceketlerinde sirkülasyon yapan sıvının sıcaklığının ölçülmesi pompanın soğutulmasının yeterli olup olmadığını belirtir. Bu sıcaklıklar sık sık ölçülmeli, pompa yatak ve salmastralarının aşırı

ısınması zamanında tespit edilmelidir. İşletmenin devamlılığı ve güvenirliliği için operatör, amiri tarafından tavsiye edilen bütün kontrolleri yapmalıdır. Devir sayısının düşmesi, akış, basınç ve sıcaklık pompa çalışmasını belirleyen göstergelerdir.

Soğutma sistemindeki su seviyesi, haznedeki yağ seviyesi her gün kontrol edilmelidir. Sistemde bulunan bütün hatlar en az bir defa gözden geçirilerek sızıntı, delik gibi sebeplerle yakıt, yağ, su veya hava kaybı olup olmadığına bakılmalıdır.

Soğutma sisteminde saf su kullanılmadıkça veya pas ve taşlama için inhibitör kullanılmadıkça su ceketlerinde pas ve taşlaşma çok çabuk oluşur. Bu yüzden en az ayda bir kontrol gerekir.

Düzenli kontrol turları yapılarak salmastra sızıntılarına bakılmalı ve aşınmış salmastralar sıkılmalı veya değiştirilmelidir.

İmalatçı kataloglarında o pompaya ait bakım bilgileri vardır. Kullanıcı firma bu kataloglardaki bilgileri kendi tecrübeleri ile geliştirdiği prosedürlerle birleştirerek teknik kontrol talimatları hazırlamalıdır.

2.7. Pompa Seçimi

Özel bir uygulama için pompa seçimi yaparken dikkate alınması gereken bazı konuların bilinmesi yararlı olabilir. Emme derinliği ya da toplam dinamik yüksekliğin yanı sıra bu ihtiyaçlardan bir tanesi de pompanın debisidir. Normal olarak debi dakikada litre (l/dk.) ya da saniyede metre küp ($m^3/sn.$) cinsinden verilir. Pompa debisinin tayininde kullanılan sıvı sudur.

Bir pompanın hızı, o pompanın debisini ve emme derinliği yeteneğini belirleyen bir diğer faktördür. Bir santrifüj pompanın debisi hızla doğru orantılı olarak değişmez. Verilen bir hızda pompa debisini tespit etmemize yardımcı olmak üzere imalatçının debi tablolarını kullanma ihtiyacını hissedeceksiniz.





Bir pompanın çalışmakta olduğu yerin deniz seviyesinden yüksekliğinin o pompanın debisi ve performansı üzerine kesin bir etkisi vardır. Yüksek irtifada düşük değerdeki hava basıncı nedeniyle, pompa için, yararlanılabilir emme derinliği daha azdır yada emme yüksekliğinden daha az yararlanılabilir.





Pompalanmakta olan sıvının sıcaklığı bir pompanın seçiminde belirleyici diğer bir faktördür. Düşük sıcaklıklarda pompalanan sıvılar, aynı akışkanın yüksek sıcaklıklarda göstereceği pompa debisinden daha farklı pompa debisi gösterecektir. Sıvının sıcaklığı ve viskozitesine ilaveten, sıvı maddenin özgül ağırlığı da önemlidir. Pompalanmakta olan sıvı maddenin özgül ağırlığı ve sıcaklığı, net pozitif emme yüksekliği (NPEY) üzerinde doğrudan etkili olur.

UYGULAMA FAALİYETİ

➤ Pompayı devreye alınız.

Kullanılan malzemeler: Santrifüj pompa, çeşitli boyutlarda anahtarlar, pas sökücü, tel fırça, tornavidalar, contalar, zımpara

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Pompa yağlama sistemini kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p>
<p>➤ Soğutma sistemini kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ Uygun anahtarları kullanmaya dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Buhar refakat borularını devreye alınız.</p> 	<p>➤ Cıvataları sökerken yalama yaptırmamaya dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Motor ve türbinin çalışır durumda olduğunu kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ Ne tür bir temizlik yapılacağına karar veriniz. ➤ Korozyon temizliğini yaparken dikkatli olunuz.</p>

 <p>➤ Pompa milinin çalışır durumda olduğunu kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Kapaktaki kirliliği giderecek maddeler ve aletler kullanmaya dikkat ediniz.</p>
 <p>➤ Emme hattı vanasını tam açınız.</p>	<p>➤ Fanın pasını uygun madde ve malzemeler kullanarak temizleyiniz.</p>
 <p>➤ Çıkış vanasını kapatınız.</p>	<p>➤ Kapağın yuvaya yerleştiğinden emin olunuz.</p>
 <p>➤ Pompayı sıvı ile doldurunuz.</p>	<p>➤ Vida ve cıvataları söktüğünüz yere taktığınızdan emin olunuz.</p>

<p>➤ Pompa sıvıyla dolduktan sonra çıkış vanasını yavaş yavaş açınız.</p>	<p>➤ Vanaları uygun açınız.</p>
<p>➤ Pompa gövdesinde bulunan salmastra kutusu, flanş, havalandırma ve boşaltmalar sızıntılara karşı kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Sızıntı olup olmadığını kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Salmastra ve atakların sıcaklıkları genellikle elle dokunarak kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Salmastra sıcaklıklarının kontrolü önemlidir.</p>
<p>➤ Pompa devreye alındıktan sonra ritmik sesin dışında sesin gelip gelmediğini dinleyiniz.</p>	<p>➤ Pompanın farklı ses verip vermediğini kontrol ediniz.</p>

<p>➤ Mekanik bir ses yoksa devreye alınan pompa için rapor hazırlayınız.</p>	<p>➤ Yaptığınız işlemleri, sonuçları ile rapor şeklinde düzenleyiniz.</p>
--	---

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri için Evet, kazanamadığınız için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçeği	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Gerekli ekipmanları hazırladınız mı?		
3. Uygun anahtarlarla pompa aksamalarını söktünüz mü?		
4. Bakım yapılacak aksamaları tespit ettiniz mi?		
5. Uygun malzeme ve aletleri kullandınız mı?		
6. Bakım yapılacak aksamaların birikinti ve korozyon temizliğini yaptınız mı?		
7. Sökülen vida ve cıvataları tekrar önceki yerlerine taktınız mı?		
8. Pompanın tüm aksamının bakımını yaptınız mı?		
9. Kontrol için çalıştırdınız mı?		
10. Yapılan işlemlerle ilgili rapor hazırladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Düzenli kontrol turları yapılarak.....sızıntılarına bakılmalı ve aşınmış salmastralar sıkılmalı veya değiştirilmelidir.
2. Sistemde bulunan bütün hatlar en az bir defa gözden geçirilerek sızıntı, delik gibi sebeplerle,, ve hava kaybı olup olmadığına bakılmalıdır.
3. İyi bir sürtünme ve fazla aşınmayı önler.
4. Doğrudan hareketli pompalardaaşınması ve yanlış ayarlanması güç düşmesine veya pompanın stop etmesine sebep olabilir.
5. Aşırı yüklenmenin önemli sebeplerinden biri pompada anormal..... meydana gelmesidir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Sıvı tankında manometrede okunan basınç 4 kg/cm^2 , sıvı yüksekliği 5 m ve sıvı özgül ağırlığı $0,75 \text{ kg/l}$ ise pompa emme ağzındaki basınç hesaplayınız?
A) 2,15 B) 3,15 C) 4,15 D) 4,375
7. Aşağıdakilerden hangisi debi ve kapasite için en fazla kullanılan birimlerden değildir?
A) Saniyede litre B) Dakikada litre
C) Saatte metreküp D) Santimetreküpte gram
8. Benzin basan bir pompanın verimi $\eta = \% 85$, toplam basma yüksekliği $H = 75 \text{ m}$, debisi $Q = 25 \text{ l/sn.}$ ve $\delta = 0,8 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre HP olarak gücü hesaplayınız.
A) 12 B) 23,52 C) 24 D) 64
9. Emme tarafındaki mutlak basınç sıvı sütunu cinsinden 8 m ise ve buhar basıncının sıvı sütunu cinsinden değeri 2.5 m ise NPEY ne kadardır?
A) 8 m B) 4 m C) 5.5 m D) 2 m
10. Santrifüj pompalarda emme düşümü yaklaşık kaç m'dir?
A) 4,5 m B) 6,7 m C) 7 m D) 6 m

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Soğutma sisteminde saf su kullanılmadıkça veya pas ve taşlama için kullanılmadıkça su ceketlerinde pas ve taşlaşma çok çabuk oluşur.
2.yetersizliği veya hatalı yapılması hareketli parçaların tutukluk yapmasına ve sonuçta gürültü ve titreşime sebep olabilir.
3. Doğrudan hareketli pompalarda ayarsızlığı ve zamanında açılmamaları da gürültülü çalışmaya sebep olur.
4. Genelde herhangi bir aksam gürültüye sebep olabilir
5. Pompayı çalıştırmadan evvel emme hattı tamamıyla doldurulmuş olmalıdır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Sıvı tankında manometrede okunan basınç 3 kg/cm^2 , sıvı yüksekliği 3 m ve sıvı özgül ağırlığı $0,5 \text{ kg/l}$ ise pompa emme ağzındaki basıncı hesaplayınız.
A) 2,15 B) 3,15 C) 4,15 D) 4,25
7. Aşağıdakilerden hangisi debi ve kapasite için en fazla kullanılan birimlerden değildir?
A) Saniyede litre B) Dakikada litre
C) Saatte metreküp D) Metreküpte kilogram
8. Benzin basan bir pompanın verimi $n = \% 75$, toplam basma yüksekliği $H = 100 \text{ m}$, debisi $Q = 15 \text{ l/sn.}$ ve $\delta = 0,9 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre HP olarak gücü hesaplayınız.
A) 12 B) 48 C) 24 D) 64
9. Emme tarafındaki mutlak basınç sıvı sütunu cinsinden 6 m ise ve buhar basıncının sıvı sütunu cinsinden değeri 2 m ise NPEY ne kadardır?
A) 8 m B) 4 m C) 6 m D) 2 m
10. Hacimsel pompalarda emme düşümü yaklaşık kaç m'dir.
A) 4,5 m B) 6,7 m C) 7 m D) 6 m

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	enerjisini
2	hızını - debisini
3	basabildiği
4	kapasitesi
5	statik basınç
6	D
7	A
8	A
9	C
10	B

ÖĞRENME FALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	salmastra
2	yakıt, yağ, su
3	yağlama
4	buhar supaplarının
5	sürtünme kuvvetleri
6	D
7	B
8	B
9	C
10	A

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	inhibitör
2	Yağlama
3	buhar supaplarının
4	aşınmış
5	sıvı ile
6	B
7	D
8	C
9	B
10	B

KAYNAKÇA

- SEYHAN Naci, **Endüstriye Okullar için “Pompaların Çalışmasını Kavrama”**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1994.
- UĞUR Naci, **Rafineri-Petrokimya Tesisleri için Eğitim Dizisi, Pompalar Türkçesi**, İzmir,1987.