



elamandır. Aşınmaya dirençli özel alaşımlı bir malzemeden yapılması en doğru seçenektir.

Alet çalışırken, piston-palet-gövde arasında değişken hacimde iki oda meydana gelir. Bu odaların birisini p basıncında bir gazla sürekli besleyelim. Pistonun Al yayına dayalı dik yüzeyine etki eden basınç kuvveti P olur, bu kuvvetin t anında gövde merkezine göre sağladığı moment  $H_{O1}$ 'le gösterilsin.

$$P=Al.q.p.c \quad H_{O1}=O_1 O \wedge P \text{ yazılır.}$$

A01 0 üçgeni yardımı ile sinüs teoremi yazılıp gerekli hesaplar yapılırsa, P basınç kuvvetinin gövde merkezine göre pistonu sağladığı döndürme momentinin şiddeti,

$H_{O1}=p.q.k.r^2 \cdot (1+k \cdot \sin \theta^2 \cdot \cos \theta - k^2 \cdot \sin \theta^2)$  olur, burada:

p: bir odayı besleyen gazın basıncı.

q: pistonun derinliği.

r: pistonun yarı çapı.

k= E/r eksantrik oran, burada E=  $\overline{O_1 O}$  olup eksantrik uzaklık adını alır.

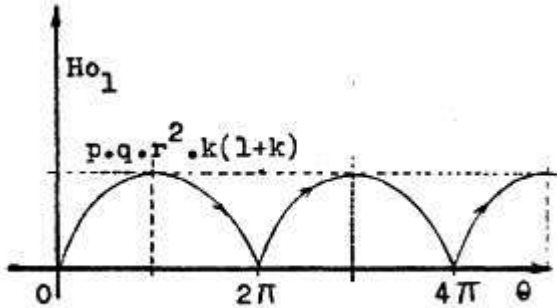
$\theta$ : milin dönme açısı  $\overrightarrow{O_1 A}$ ,  $\vec{c}_1$  vektörleri arası açıdır.

$\vec{c}_1$ : radyal birim vektördür.  $\overrightarrow{O_1 O}=E \cdot \vec{c}_1$  dir.

$\vec{c}_2$ : çevresel birim vektör.  $\vec{c}_1$  ve  $\vec{c}_2$  birbirlerine diktir.

$\vec{c}$ :  $P= P \cdot \vec{c}$  ile basınç doğrultu ve yönünde birim vektördür.

Böylece basınç kuvvetinin pistonu sağladığı moment mil dönme açısına göre şekil 10'daki gibi değişir.



Şekil 2.

İrdelemeler

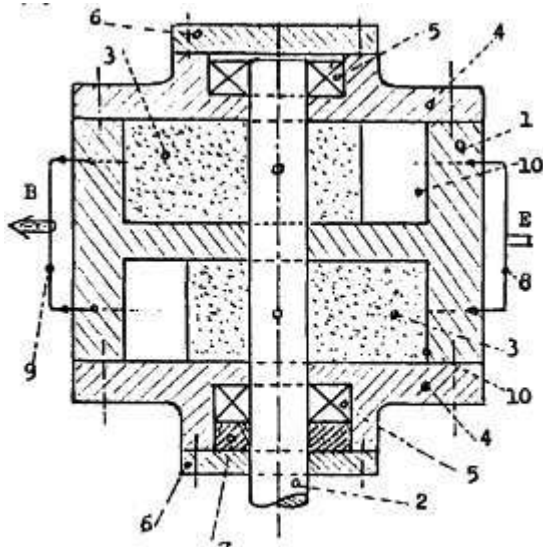
1) Değişim eğrisinden anlaşılacağı üzere  $\theta \in (0, 2\pi)$  aralığında değişirken  $H_{O1} \geq 0$  olur. Buna göre alet pnömatik veya hidrolik motor olarak görev yapabilir. Aynı değişim eğrisi benzin ve dizel motorlarında da vardır. 2) Pompanın milli bir motora bağlanarak şekil 1'deki gibi döndürülsün. Pistonun sağ yanında hacim artar, M kanalı, içerisinde sıvı bulunan bir kaba bağlansın, sıvı bu hacme dolar; pistonun sol yanı önündeki hacmi daraltarak, N kanalı üzerinden sıvıyı basar. Böylece alet, emme ve basma olaylarının aynı zaman içinde olduğu bir pompa olarak görev yapar. Bu sırada, p aletin basma ağzında ölçülen sıvı basıncı olmak üzere, pompa mili bağlı olduğu motordan  $H_{O1}$  momentine uygun güç çeker. Yani değişken bir güçle, pistonlu pompalarda da olduğu gibi, motoru zorlar.

M kanalı kapalı bir depoya bağlansın ve motor çalıştırılsın. Alet depo içindeki gazı, örneğin havayı emer ve serbest atmosfere verir. Her devirde  $R = 0,1$  gövde yarıçapı olmak üzere,

$V = \pi \cdot q \cdot R^2 - \pi \cdot q \cdot r^2 = \pi \cdot q \cdot (R^2 - r^2)$  hacim veya gaz emilip basılır. Burada dikkat edilecek çok önemli bir özellik vardır: bu alette "ölü hacim sıfırdır". Şu halde alet prensibi gereği ideal bir vakum pompası, hafif, ağır veya viskoz sıvıların emilip basılmasına en uygun bir

sıvı pompasıdır.

3) Moment değişiminin şekildeki gibi olması, aletin motor olarak yüklenebileceğini, pompa olarak motoru kısa sürede yoracağını ifade eder. Ayrıca böyle bir sistem titreşimle çalışır; oluşan gürültü çevreyi rahatsız eder. Bu olumsuzlukları önlemek üzere, benzin ve diesel motorlarında da olduğu gibi, aleti çok kademeli yapmak zorunludur.

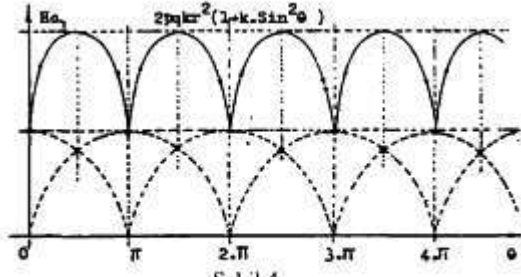


Şekil 3. Zıd pistonlu iki kademe tek paletli pompanın boyuna montaj kesiti

- 1) İki gözlü gövde.
- 2) Mil
- 3) Mile göre zıd yönde eksantrik pistonlar.
- 4) Gövdenin alt ve üst kapakları
- 5) Bilyalı yataklar
- 6) Kapakçıklar.
- 7) Sızdırmazlık keçesi.
- 8) İki paralel kollu emme kanalı.
- 9) İki paralel kollu basma kanalı.
- 10) Paletler.

4) Alet, mile göre zıd yönde eksantrik iki kademede yapılsın; o zaman iki gözlü olur. Her iki kademede de emme ve basma yapılabilir. Montaj şemasından da anlaşılacağı gibi, E kanalı her iki gözü besler, B kanalı da her iki

gözden beslenir. Alet bu şekilde çalıştırıldığında, gözler birbirlerine "paralel bağlı"dır, denir. Bu halde debi iki misline yükselir.



Şekil 4.

$Ho_1 = f(\theta)$  moment denlemine bir kere birinci kademede, bir kere de ikinci kademede piston için ( $\theta = \theta + \pi$ ) yazalım.

$$Ho_{11} = pqkr^2 (1+k \cdot \sin^2 \theta - \cos \theta \cdot \sqrt{1-k^2 \cdot \sin^2 \theta})$$

$$Ho_{12} = pqkr^2 (1+k \cdot \sin^2 (\theta + \pi) - \cos (\theta + \pi) \cdot \sqrt{1-k^2 \cdot \sin^2 (\theta + \pi)})$$

$Ho_R = Ho_{11} + Ho_{12} = 2pqkr^2 \cdot (1+k \cdot \sin^2 \theta)$  motor milini t anında zorlayan bileşke moment bulunur. Değişim eğrisi şekilde siyah çizgiyle verilmiştir. Böylece  $Ho_1 > 0$  olur yani motor halinde alet artık yüklenebilir. Pompa halinde, titreşim iki misli olur, yani period  $\theta = 2\pi$  olmak yerine  $\theta = \pi$  olur. Pompa yüksek basınçlarda çalışırken büyük bir gürültü duyulur, motor kısa sürede yorulur. Yapılan uygulamalar, iki kademeli pompayı  $p=5$  bar basınçtan daha yüksek basınçlarda çalıştırmanın iyi olmayacağını ortaya koymuştur.

İki kademeli pompanın en önemli özelliği, sabit debi sağlaması, yüksek emiş kabiliyeti sayesinde viskoz sıvı ve ağır yağların emilip basılmasına en uygun pompa oluşudur. Alet bu haliyle ideal bir vakum pompasıdır. Bu sahalarda uzun yıllardır çalışan örnekleri vardır.

5) Aleti, yüksek basınçlarda çalışan bir pompa haline getirmek isteyelim. Pompa miline birbirleriyle dik konumda dört piston bağlamamız, yani aleti dört paralel kademe halinde yapmamız gerekir. O zaman mili zorlayan bileşke hidrolik momenti,  $Ho_1 = f(\theta)$  moment denklemini,

$$\theta, \theta + \frac{\pi}{2}, \theta + \pi, \theta + \frac{3\pi}{2}, \theta + 2\pi \text{ açıları için yazıp}$$

toplayarak bulabiliriz.

$$Ho_{1R} = Ho_{11} + Ho_{12} + Ho_{13} + Ho_{14} \text{ ile } Ho_{1R} = 2pqkr^2 \cdot (2+k) \text{ olur.}$$

Böylece pompanın bağlı olduğu mili zorlayan hidrolik moment sabit bir moment olur. Santrifüj pompanın bağlı olduğu mili zorlayan hidrolik moment sabit bir moment olur.

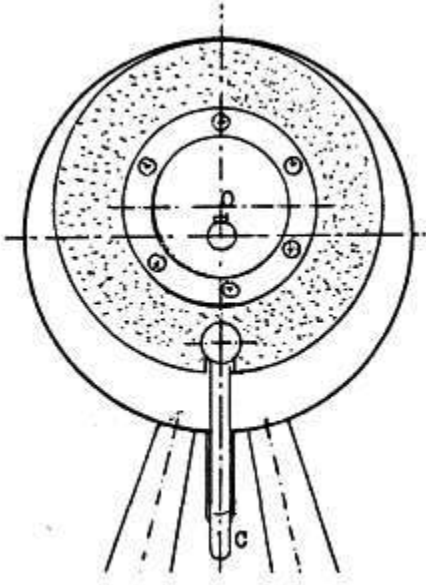
"Tek paletli sistemi, sabit bir momentle çalıştırmak için gerek ve yeter şart, aleti birbirlerine konumlu pistonlarla dört paralel kademede imal etmektir."

Bu şekilde imal edilen dört kademeli bir pompada, titreşim ve ses tamamen kaybolmuş, alet  $p \geq 10$  bar basınçlarda başarıyla görev yapmıştır.

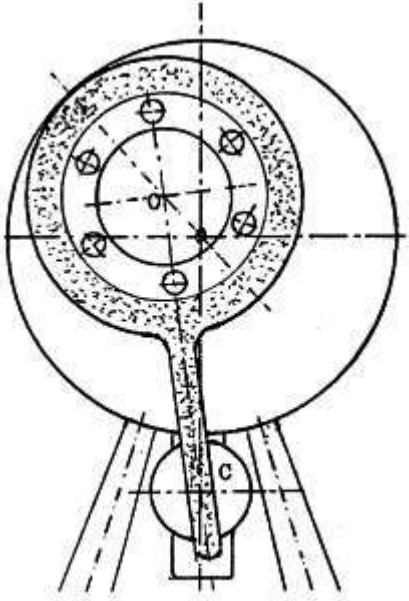
Tek paletli sistemde palet-piston bağlantısı çeşitli şekillerde gerçekleştirildi, bunlardan sadece birkaç tanesini tanıyalım.

1) Kayar paletli sistem: Piston bir silindirik gömlektir yapılmıştır, içerisinde bir rulmanlı yatak ve bunun içinde de mile bağlı eksantrik bir parça vardır. Paletin ucu yuvarlaktır, silindir-gömlek üzerinde açılan dairesel bir yuvaya geçirilmiştir. Mil döndüğünde eksantrik parçayı döndürür, bu hareket bilyalı yatak üzerinden silindir gömleğe geçer, gömlek gövdedeki dairesel yuvasına her an farklı, gövde zeminine dik çizgisini, temas ettirerek, hem salınır, hem de 2E, iki eksantrik uzunluk kadar kendisini ötele. Palet yuvasında doğrusal öteleme yapar, gider-gelir.

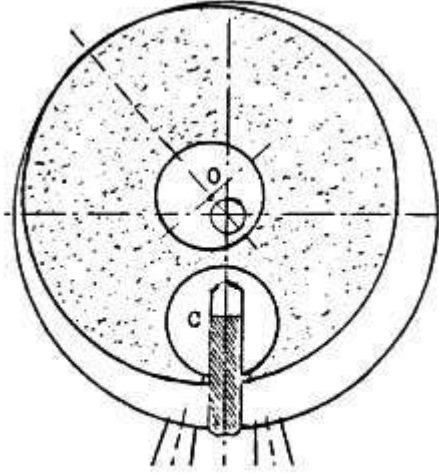
2) Salınlı paletli sistem: Burada da piston bir gömlekten ibarettir, palet pistonla tek bir parçadır. Palet C parçası içine girip çıkar, C parçası bulunduğu yerde sağa-sola oynar. Pistonun hareketi Şekil 6'da olduğu gibidir.



Şekil 5. Kayar paletli sistem



Şekil 6: Salınlı paletli sistem



Şekil 7: Sabit paletli sistem

3) Sabit paletli sistem: Burada palet sabittir; C parçası piston-gömleğin içine alınmıştır. Mille bağlı eksantrik parça dönerken, gömlek C parçasının etrafında oynar, C parçası palete girip çıkar.

Bu son model vakum pompası olarak çok başarılı olmuştur.

Tek paletli sistem pompa olarak deneylerle doğrulanan şu özelliklen göstermiştir.

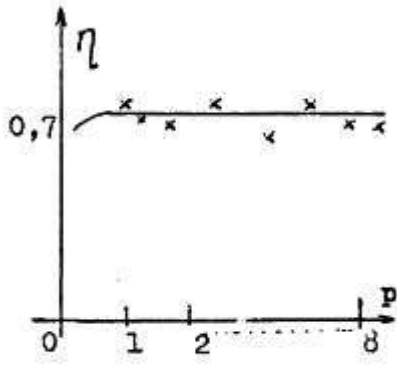
1) Yüksek emiş kabiliyeti vardır. Bunun sonucu vakum pompası olarak - 760 mm cıvaya yakın vakum değerleri vermiştir. Viskoz ve ağır sıvıların emilip basılmasına en uygun pompadır. Su pompası halinde kendinden emişlidir.

2) Tüm hacimsel pompalarda da olduğu gibi basma ağzında yüksek basınçlar sağlanabilir. Ne var ki,  $p = 4$  bar basınçlarda dört kademe halinde imal etmek zorunludur. Bu kademeler aralarında paralel bağlı olmalıdır.

3) Emme borusuna açılan ve yüzeyi bir vana ile ayarlanan bir delik yardımıyla debisi değiştirilebilir. Santrifüj pompalarda olduğunun aksine alet ekonomik de çalışır.

4) Debi devir sayısı ile doğru orantılı olarak değişir; santrifüj pompalarda olduğu gibi devir sayısını yüksek tutmaya gerek yoktur. Alet her devirde emer ve basar; çalışmasında sağlanan sessizlik nedeniyle alçak devirli sayıları tercih edilir. Rüzgar enerjisiyle ve güneş enerjisiyle çalışacak pompalar için uygun bir modeldir. Debi, basma yüksekliğiyle iç kaçaklar yüzünden, biraz azalır, basma yüksekliğine bağlı değildir.

5) Pompanın verimi basma yüksekliğine bağımlı değildir; aletin hassas ölçümlerde imal edilmesine bağımlıdır.  $P \leq 8$  Bar basınca kadar yapılan deneylerde, verimin basınca bağlı olmadığı ve değerinin de  $60 \leq \eta \leq 80$  arasında bulunduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8

6) Bu bir temiz sıvı pompasıdır. İçerisinden, iri taneli, halta ince taneli sıvılar geçirilmesi aletin kilitlenip durmasına, böyle olmuyorsa aşınarak hassasiyetini kısa sürede kaybetmesine neden olur.

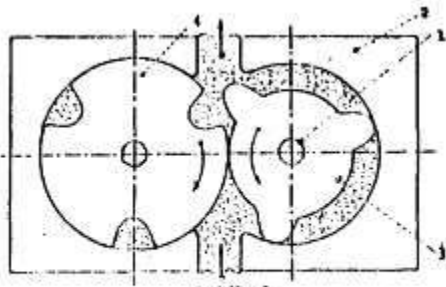
Aletin bu özelliği kullanım alanını büyük ölçüde azaltmaz. Hatta bazı kullanım alanlarında avantajlı da olur.

Emme borusunun sıvıya daldırılan ağzına çok ince gözenekli bir filtre koyalım; bu bir kumaş olabilir; aletin bu şartlarda sıvıyı emip-bastığı, sıvının içindeki tüm pisliklerden arınmış olarak yani tertemiz halde, çıkış borusuna geçtiği görülür. Alet bu haliyle sıvı arıtma tesislerinde başarıyla görev yapar.

Pompa durdurulduğunda, basma borusunda bulunan sıvı hele yüksek bir irtifaya da sahipse, pistonu etki ederek onu tersine döndürür, alet su türbini gibi çalışır, sonra emme borusu üzerinden filtreye gelir, onu ters yönde geçerek temizler. Şu halde filtre otomatik olarak temizlenir. Bu şekilde uzun yıllardır ince kumlu kuyulardan su emip basan tek paletli pompalar vardır, filtreyi değiştirmek gereği duyulmamıştır.

### 3. Seyrek Dişli Pompalar

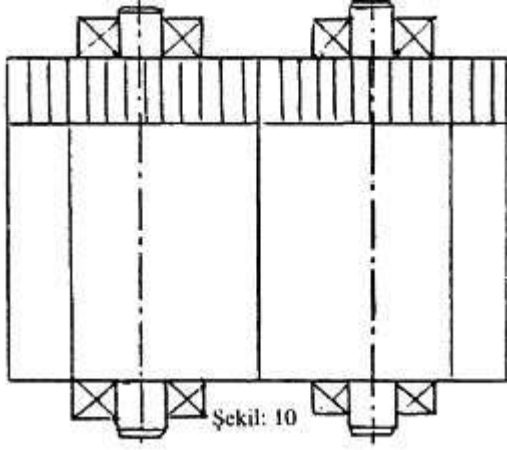
Genel olarak dişli pompalar, sabit hidrolik momentle çalışan sabit debi, yüksek basınç sağlayan, yüksek verimli ve uzun ömürlü pompalardır. Çoğu kez debileri küçüktür.



Şekil : 9

- 1: Mil                      2: Gövde  
3: Üç dişli piston      4: Üç çukurlu piston.

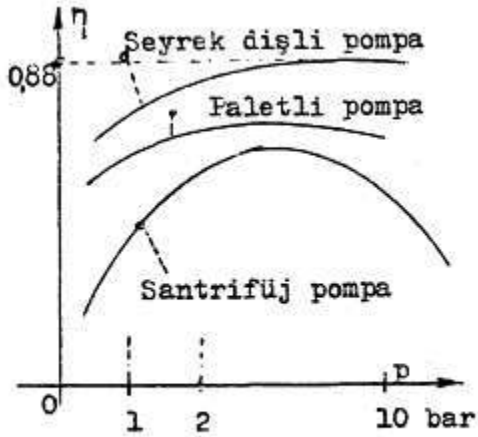




Pompanın debisini yükseltmek üzere, sadece, iki, üç... dişi muhafaza ederek diğerlerini kaldırabiliriz. Böylece seyrek dişli pompalar elde edilir. Diş derinliğini artık büyük de seçebiliriz. Alet dişli pompa olarak tüm üstünlüklerini korurken debisi de yükselmiş olur.

Normal bir dişli pompada elektrik motoru sadece bir dişliyi döndürür. Dönen dişli eş dişliyi döndürür. Aradaki dişli ortadan kaldırılınca, eş dişlinin nasıl döndürüleceği haklı bir sorudur.

Şekil 10'da görüldüğü gibi, dişlilerin üst kısmında, belirli yükseklikte sık-dişli muhafaza edilir, seyrek dişli bölümü bunun altında kalır. Üst kısım hareket iletimini sağlar, alt kısım sıvıyı emer ve basar. İki seyrek dişlinin hareketini sağlamak üzere başka mekanizmalar da vardır.



Şekil: 11

Yapılan deneyler, seyrek dişli pompanın, ince zerrelili sızılara, paletli gibi hassas olmadığını, küçük hacimlerde yüksek debiler sağladığını, veriminin diğer pompa verimlerinden daha yüksek olduğunu, tek kademede yüksek basınçlar sağladığını kanıtlamıştır. Çok başarılı kademeli bir santrifüj pompa, tek paletli iki paralel kademeli pompa ve bir seyrek dişli pompa aynı şartlarda çalıştırılıp verim eğrileri elde edilmiştir. Seyrek dişli pompanın verimi hepsinden yüksek bulunmuştur.  $0,65 \leq \eta \leq 0,88$  dir.