

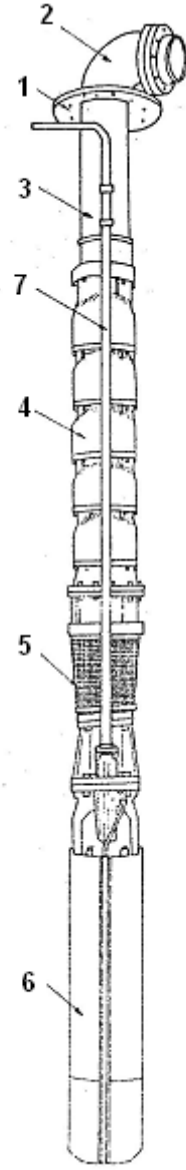
4. POMPALAR

4.2.3.5.2.2. Dalgıç derin kuyu pompaları

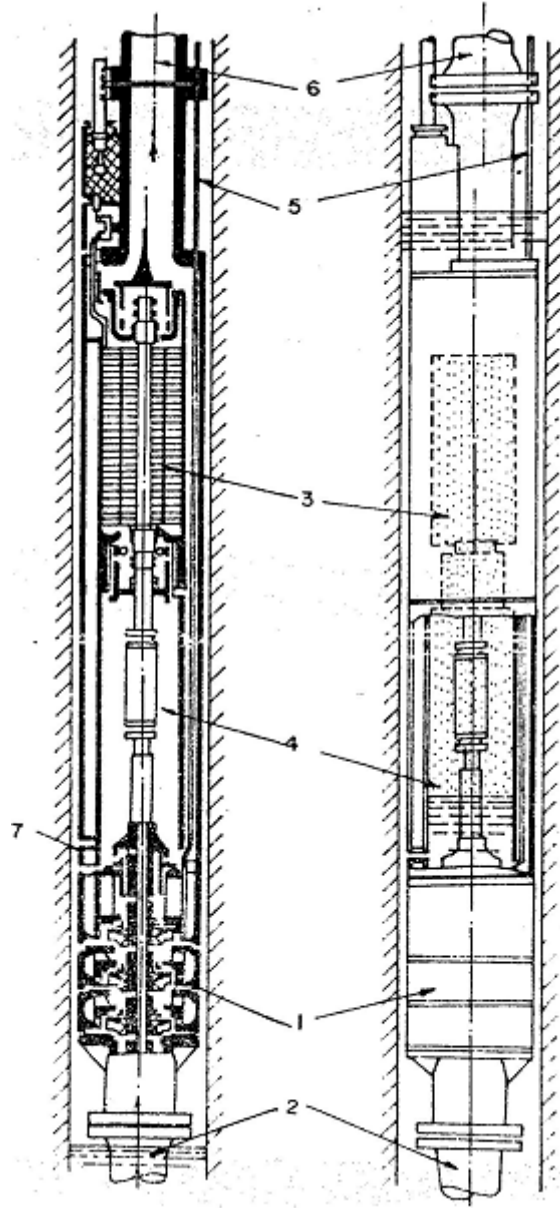
Dalgıç derin kuyu pompaları, diğer düşey milli türbin pompaların olumsuz yönlerini elimine etmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu tip pompada pompa özel yapılmış bir elektrik motoruyla donatılmıştır ve pompa ile birlikte motor da kuyu içinde çalışmaktadır. Dışarıdan bakıldığında yer üstünde yalnızca çıkış dirseği görülmektedir.

. Dalgıç pompalarda motor pompanın altına bağlanabildiği gibi pompanın üstüne de bağlanabilmektedir. Motor pompanın altında ise yağ motorlu, motor pompanın üstünde ise kuru motorlu pompa tanımlaması yapılabilir. Kuru motorlu pompada motor pompa ile kolon arasındadır ve suya temas etmemektedir (Şekil 4.51). Pompanın (1) bir emme borusu (2) vardır. Motor (3) ile pompa arasında hava odası (4) bulunur. Hava odasına dışarıdan bir hava borusuyla (5) sürekli hava verilir. Hava borusu kolon borusu (6) yanından toprak üstüne çıkartılır. Pompanın bastığı su; hava deposu ve motor çevresinden geçerek kolon borusuna gelir. Hava deposunun görevi motoru sudan korumaktır. Kuyudaki suyun azalması durumunda özel bir geçitten (7) hava deposuna hava dolar. Kuyudaki su yükselince su hava giriş deliğinden hava deposuna girmeye başlar. Fakat hava depo içinde sıkışacağından fazla suyun girmesi önlenir. Depoda belirli miktarda hava olduğu sürece su seviyesi yükselmez ve motor daima kuru kalır. Hava deposundaki hava azalırse kompresörle basınçlı hava gönderilir ve havanın belirli miktarın altına inmesi önlenir.

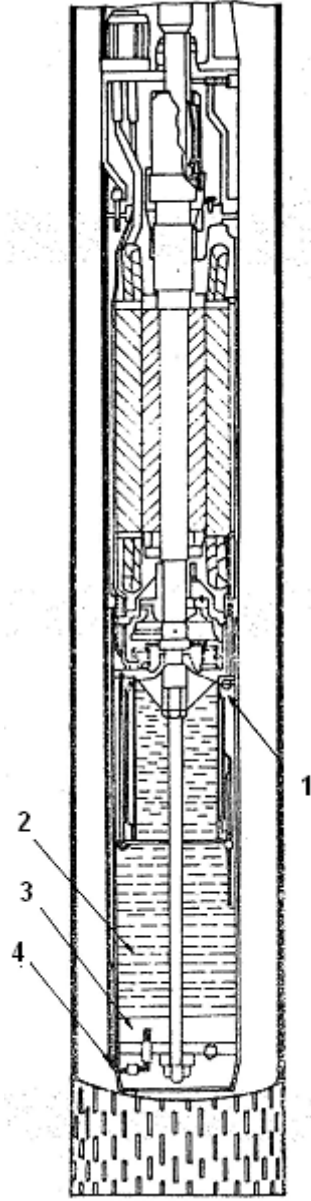
Yağ motorlu dalgıç derin kuyu pompalarda, motor pompanın altına bağlanır. Çarklar motor mili uzantısına takılır pompa suyu doğrudan basma borusuna verir. Kuru motorlu pompalarda salmastra kutusuna gereksinim varken yağ motorlularda buna ihtiyaç yoktur. Su, motor ile pompa arasındaki süzgeçten emilir ve motor daima suya batık çalıştığından soğutma motor içinde dolaşan özel yağ ile yapılır (Şekil 4.52). Şekildeki pompada, motor (1) altında bir yağ odası (2) bulunur. Bu yağ soğutmayı sağlar.



Şekil 4.50. Dalgıç derin kuyu pompası (1: Oturma plakası, 2: Dirsek, 3: Kolon borusu, 4: Pompa kademeleri, 5: Süzgeç, 6: Elektrik motoru, 7: Elektrik kablosu) (Uz ve Demir 1995)



Şekil 4.51. Kuru motorlu dalgıç derin kuyu pompası (1: Pompa, 2: Emme borusu, 3: Motor, 4. Hava deposu, 5: Hava borusu, 6: Kolon borusu, 7: Özel geçit) (Özgür 1983)



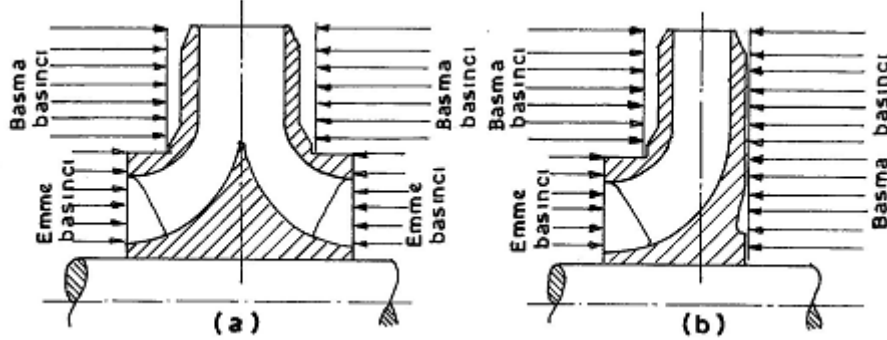
Şekil 4.52. Yağ motorlu dalgıç derin kuyu pompası (1. Motor, 2. Yağ odası, 3. Su, 4. Boru) (Anonim 1968)

Yağ sürekli motordan dolaşarak soğutmayı yapar, motorun ısısını alır ve ısıyı suya iletir. Burada higroskopik olmayan özel bir yağ kullanılır. Yağ elektriği geçirmemelidir. Yağ odası altında bir miktar su bulunur (3). Bu su bir boru ile (4) pompa girişi ile irtibatlıdır. Eğer yağ ısınarak genişirse su bu boru ile dışarı taşar. Derin kuyu pompalarında kuyu içindeki su yüksekliğinin sürekli gözlenmesi gerekir. Böylece pompanın emişten kurtulması ve susuz çalışması önlenir.

4.3. Aksnel İtme

4.3.1. Tek kademeli pompalarda aksnel itme

Bir santrifüj pompanın meydana getirdiği basınç pompanın hem sabit hem de hareketli parçalarına etki etmektedir. Pompanın bu sabit ve hareketli parçaları meydana gelecek basınca göre tasarlanır ve bu basınca karşı koyar. Ancak, bazı durumlarda basınç farklılığının bazı ilave donanımlarla dengelenmesi gerekir. Pompalarda aksnel itme; aksnel doğrultuda etki eden dengelenmemiş çark kuvvetlerinin toplamından oluşmaktadır. Son yıllarda büyük kapasiteli pompalarda aksnel itmeyi dengeleyen yatak bulunduğundan, aksnel itme çoğunlukla tek kademeli pompalarda sorun olmaktadır. Teorik olarak çift girişli çarklarda her iki yandaki emme basınçları birbirine eşit olduğundan aksnel itme ortaya çıkmamaktadır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Çift girişli (a) ve tek girişli (b) çarklarda basınç dağılımı (Karassik ve Carter 1960)

Ancak pratikte aksnel itme aşağıdaki nedenlerden dolayı meydana gelebilmektedir.

- Çarkın her iki emme gözüne bağlı emme kanalları eşit ya da homojen akış sağlamayabilir.
- Emme ağzına bağlı dirsek gibi dış koşullar emme ağzında homojen olmayan akışa neden olabilir.
- Gövde çıkışının her iki yanı simetrik olmayabilir ya da çark merkezden kaçık olarak yerleştirilmiş olabilir. Bu da çark gövdesi ile pompa gövdesi arasındaki akışkanın akım karakteristiklerini değiştirir.
- Çarkın her iki gözündeki sızdırmazlık bileziklerinin (aşınma halkalarının) sızdırmazlıklarının eşit olmaması dengenin bozulmasına neden olabilmektedir.

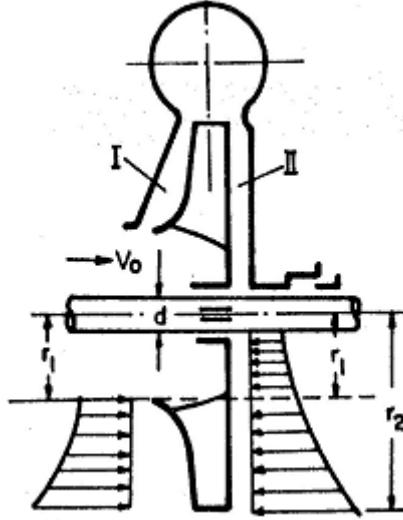
Yukarıdaki faktörlerin bir arada etkimesiyle çift girişli çarklarda bile aksnel dengesizlik meydana gelebilir. Bu faktörler özellikle tek girişli çarklarda aksnel itmenin nedenlerindedir. Klasik tek girişli radyal akışlı bir çarkta basınç dağılımı Şekil 4.53.b'de görülebilir. Şekilde görülen çarkın ortasında mil geçmekte mil iki noktada yataklanmakta ve iki salmastra kutusu bulunmaktadır. Bu çark aksnel itmenin etkisi altındadır. Çünkü çark gövdesinin ön yüzünün bir kısmı emme basıncının etkisi altındadır. Yani çarkın ön yüzü ile arka yüzü arasında bir basınç farklılığı vardır. Eğer basma odasındaki basınç tüm çark yüzeyi boyunca üniform ise emme ağzına doğru etki eden aksnel kuvvet; çark

tarafından meydana getirilen net basınç ile dengelenmemiş halka şeklindeki alanın çarpımına eşittir.

Aslında, tek girişli çarkın her iki yüzüne etki eden basınç üniform değildir. Çark gövdesi ile pompa gövdesi duvarları arasında kalan sıvı dönmekte ve çarkın çevresindeki basınç çarkın göbeğindeki basınçtan çok daha büyük olmaktadır. Şekil 4.54'de görülen çarkın ön (I) ve çarkın arka (II) odacıklarını ele alalım. Şekilde (r_1) ile gösterilen kısımdaki basınç dengelenmemiş basınç olmaktadır. Yani I odasındaki parabolik basınç dağılımının neden olduğu itme, II odasındaki (r_2-r_1) arasında kalan halka alana gelen basınç kuvvetlerinin bileşkesi olan itmeyi karşılar. Geriye r_1 ile $d/2=r_0$ yarı çapları arasında kalan halka kuşağına II odasından gelen basınç kuvvetleri kalır. Bu bölgede sıvının, çarkın açısal hızının yarısına eşit bir hızla döndüğü kabul edilerek ve çark çıkışıdaki basıncı H olarak, bileşke kuvvet aşağıdaki gibi bulunabilir (Özgür 1983).

$$F_1 = \gamma \cdot (r_1^2 - r_0^2) \pi \cdot \left[H - \frac{U_2^2}{8 \cdot g} \cdot \left(1 - \frac{r_1^2 + r_0^2}{2 \cdot r_2^2} \right) \right]$$

Bu kuvvetin yönü pompanın emme tarafına doğrudur. Çark içinden geçen suyun yön değiştirmesinden dolayı aksi yönde meydana gelen dinamik itme kuvveti (F_2) ise;



Şekil 4.54. Tek girişli tek kademeli pompada gerçek basınç dağılımı (Özgür 1983)

$$F_2 = \rho \cdot Q \cdot v_0$$

olarak yazılabilir. Burada; v_0 : Çarkın girişindeki su hızıdır. F_1 ve F_2 arasında;

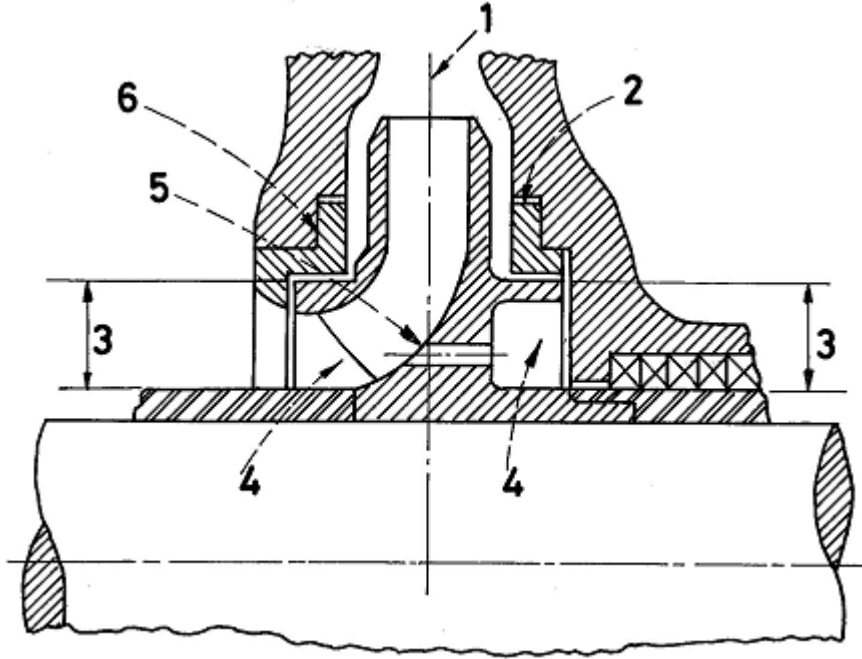
$$F_1 > F_2$$

ilişkisi vardır. Bir başka ifadeyle;

$$F_1 + F_2 > 0$$

yazılabilir. Burada aksel itmenin pompanın emme tarafına olduğu anlaşılmaktadır.

Tek kademeli tek girişli çarkta aksel itmenin dengelenmesi için çarkın giriş ve çıkış kısmının her ikisine sızdırmazlık bileziği konabilir. Genel olarak çarkın giriş kısmında bilezik bulunmaktadır. Bu durumda sızdırmazlık bileziklerinin iç çapları, itme alanlarını dengelemek için, aynı alınır (Şekil 4.55).

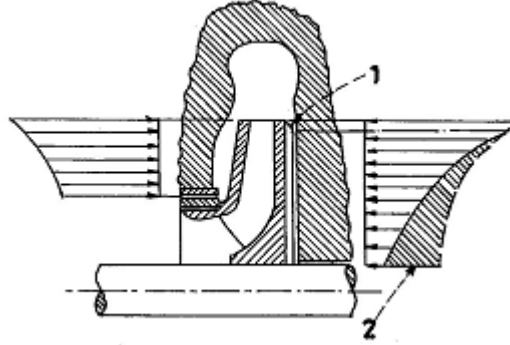


Şekil 4.55. Tek kademeli tek girişli çarkta sızdırmazlık bilezikleri ve dengeleme delikleri ile aksel itmenin dengelenmesi (1: Çıkış basıncı, 2: Çıkış sızdırmazlık bileziği, 3: Alan, 4: Emme-giriş-basıncı, 5: Dengeleme deliği, 6: Giriş sızdırmazlık bileziği) (Karassik ve Carter 1960)

Çarkın giriş ve çıkışına sızdırmazlık bileziklerinin takılmasıyla birlikte çarkın arka duvarı üzerinde kanatsız kısma delikler açılarak II odasının bir kısmı emmeye bağlanır ve buradaki basınç düşürülür. Açılan bu deliklere conta takılarak kaçak kayıplarının fazla olması önlenir. Çarkın çıkış bileziğini geçen su bu delikler yardımıyla tekrar emme girişine döner ve böylece ön ve arka odadaki basınç dengelenir (Şekil 4.55). Büyük kapasiteli tek kademeli tek girişli pompalarda dengeleme deliklerinin açılması istenmez, çünkü çarkın arkasındaki suyun emme-giriş-ağızına geçmesi esas akışın düzenini bozar ve türbülansa dolayısıyla kayba neden olur. Böyle pompalarda basma tarafından bir hortumla emme girişine bağlantı yapılır.

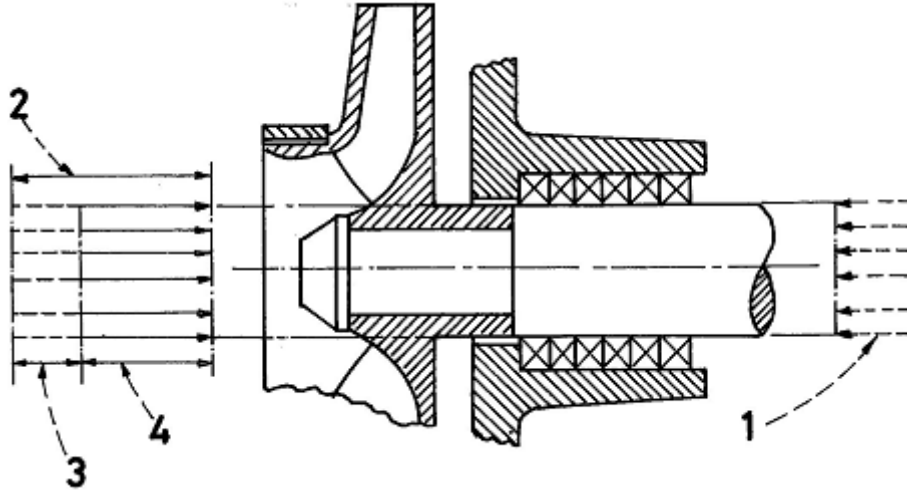
Tek girişli çarklarda aksel itmeyi dengelemenin diğer bir yolu da çarkın arka tarafında eğimli kanatların kullanılmasıdır (Şekil 4.56). Bu kanatlar çarkın arka yüzeyine gelen basıncı azaltarak aksel itmenin dengelenmesine yardımcı olurlar. Bu tasarım genellikle yalnızca kumlu suların iletilmesinde

kullanılır. Eğimli kanatlar çarkın arka yüzeyi ile gövde arasındaki boşluğu yabancı materyalden korur.



Şekil 4.56. Tek girişli çarkta eğimli kanatlar kullanılarak aksel itmenin dengelenmesi (1: Eğimli kanatlar, 2: Azaltılmış basınç) (Karassik ve Carter 1960)

Buraya kadar; tek girişli tek kademeli, milin çarkın içinden geçtiği ve iki noktada yatakladığı ve iki salmastra kutusunun bulunduğu pompalardaki aksel itme incelendi. Bu tip pompalarda emme basıncının büyüklüğü bileşke aksel itmeyi etkilememektedir. Diğer yandan, tek salmastra kutulu ve milin ucuna bağlanmış çarka etkiyen aksel kuvvetler emme basıncından önemli oranda etkilenmektedir (Şekil 5.57). Bu pompalarda iki salmastra kutulu tek girişli çarklarda bulunan dengelenmemiş kuvvete ilaveten, emme ve atmosfer basıncı arasındaki fark basınç ile salmastra kutusu içinde kalan pompa mil alanının çarpımından oluşan aksel kuvvet de bulunmaktadır. Bu kuvvet, emme basıncı atmosfer basıncından küçükse çarkın emme tarafına doğru, emme basıncı atmosfer basıncından büyükse aksi yöne doğru etkilemektedir. Eğer bir uçtan bağlamalı çark pompa ekseninden daha aşağıda (emme derinliği) bulunan bir sıvıyı emiyorsa bu ilave aksel kuvvetin değeri oldukça küçük olur. Örneğin yapılan araştırmalarda salmastra kutusu içinde kalan milin çapı 50,8 mm ve emme yüksekliği 6 m ise, emme ağzına doğru olan aksel ilave kuvvet yalnızca 12 kp olacaktır. Diğer yandan eğer emme basıncı 72 mSS ise ilave aksel kuvvet 142 kp'a yükselecektir ve çarkın basma ağzına doğru etki edecektir. Pompalar her iki koşul için de kullanılabileceğinden uçtan bağlantılı pompalarda aksel yataklama her iki yönde yapılmalıdır. Yatak seçimi de etki edebilecek kuvvetlerin büyüklüğüne göre yapılmalıdır.



Şekil 4.57. Tek salmastra kutulu, uçtan bağlanmış tek girişli çarkta eksenel itme (1: Atmosfer basıncı, 2: Mutlak emme basıncı, 3: Dengelenmiş atmosfer basıncı, 4: Dengelenmemiş manometrik emme basıncı) (Karassik ve Carter 1960)

Çok büyük kapasiteli ve özel bazı uygulamalar dışında karışık akışlı ve aksiyal akışlı çarklarda meydana gelen maksimum eksenel itme önemli olmamaktadır. Çünkü bunlarda çalışma basınçları daha düşüktür. Aksiyal akışlı çarklarda eksenel itmeye kanatlar üzerindeki basınç neden olur. Ayrıca biri emme tarafında diğeri basma tarafındaki iki mil göbeğine etkiyen basınçlar arasındaki fark da eksenel itmenin nedenlerindedir. Karışık akışlı çarklarda eksenel itme, çarka ve diğer yüzeylere gelen kuvvetlerin kombinasyonundan oluşur. Eksenel itmenin önlenmesi için hem aksiyal ve hem de karışık çarklarda da sızdırmazlık bilezikleri ve dengeleme delikleri eksenel itmenin dengelenmesi için kullanılabilir.

4.3.2. Kademeli pompalarda eksenel itme

Çift girişli çarklarda eksenel itmenin çoğunlukla meydana gelmemesi ya da dengelendiği kabul edilmesi ve bu çarkların daha büyük emme alanına sahip olması kademeli pompalarda kullanılmalarını sağlamıştır. Ancak pratikte bazı kısıtlar bulunmaktadır. Genelde kademeli pompaların kapasiteleri modern santrifüj pompalarinkinden nispeten daha az olmaktadır. Bu nedenle belirli bir veri için net pozitif emme yükünün küçültülmesi amacıyla çift girişli çark kullanılır. Çift girişli çark kademeli pompalarda ilk kademeyi oluşturabilmekte ancak geri kalan kademelerin çift girişli yapılması zorluklara neden olmaktadır. Bu nedenle pratikte tüm santrifüj pompalarda az da olsa bir eksenel itme bulunmaktadır.

Kademeli pompalarda çift girişli çarkların kullanımı pompa milinin gereksiz olarak uzun ve kademeler arasındaki aralığın fazla olmasına yol açmaktadır. Her kademedeki çıkan suyun diğer kademeye girmesi için gereken ilave kanallar ilave aralığa neden olmaktadır. İlave aralık milin daha uzun olmasına ve ilave yataklama sorunlarına yol açmaktadır. Milin uzun olmasıyla meydana gelecek mil sapmalarını önlemek için mil çapı artırılmakta ancak bu da su girişini azaltmaktadır. Sonuçta çift girişli çarkın sağladığı avantajlar diğer

olumsuzlukların ortaya çıkmasıyla elimine olmaktadır. Bu nedenlerle çift girişli çarkın her kademedede kullanılması pratik değildir ve kademeli pompaların tek girişli yapılması daha uygundur.

Kademeli pompalarda tek girişli çarklar iki şekilde düzenlenir. Birinci düzenlemede çarklar birbiri arka sıra bir mil üzerine sıralanır ve bir çarktan çıkan su diğerine girer. Bu tip düzenlemede aksenal itme hidrolik dengeleme düzenleriyle (dengeleme diski ve dengeleme silindiri) önlenir. İkinci düzenlemede çarklar karşıt olarak yerleştirilir. Bir çarkın aksenal itmesi diğer çark tarafından dengelenir. Ancak karşıt düzenlemede tam dengelemenin yapılabilmesi için a) pompada iki salmastra kutusu olmalıdır, b) milin sabit bir çapı bulunmalıdır ve c) çarkın göbeği birbirine yakın kademeleri ayıran gövdenin iç kısmına uzamamalıdır. Bazı özel pompalar dışında çoğu kademeli pompalar birinci koşulu yerine getirirler. Ancak son iki koşul yapısal gereksinimlerden ötürü pratikte mümkün olmamaktadır. Farklı çapta çark göbeği ve sızdırmazlık bilezikleri kullanılmadığı sürece karşıt düzenlenmiş kademeli pompalarda da bir miktar aksenal itme bulunmaktadır.

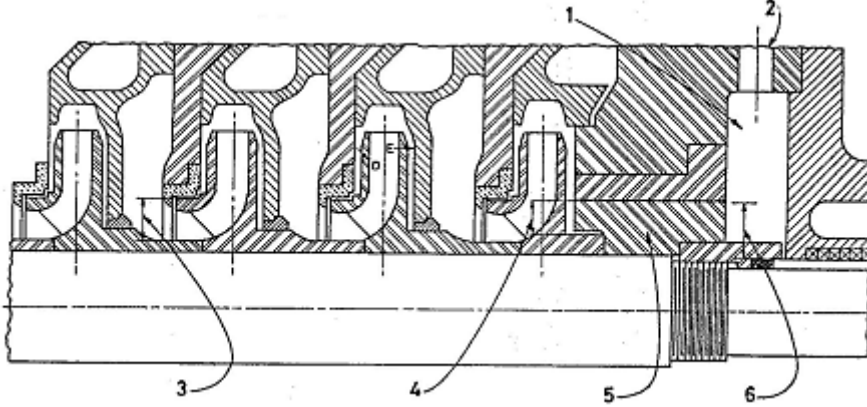
4.3.3. Hidrolik dengeleme düzenleri

Önceki konularda da ifade edildiği gibi tek girişli çarklarda, özellikle çarkın her iki yüzeyindeki basınç farkından dolayı aksenal itme meydana gelmektedir. Kademeli pompalarda tüm çarklar arka arkaya aynı yönde sıralandığında emme girişine doğru oluşan toplam itme her bir çarkın meydana getirdiği aksenal itmelerin toplamından oluşmaktadır. Aksenal itmenin büyüklüğü yaklaşık olarak net pompa basıncının halka şeklindeki dengelenmemiş alanla çarpımından bulunur. Gerçek aksenal itme teorik olarak bulunan aksenal itmenin % 70-80'i civarındadır. Hidrolik dengeleme düzenleri aksenal itmeyi dengelemekte ve en son çarkın yanındaki salmastra kutusuna gelen basıncı azaltmaktadır. Hidrolik dengeleme düzenleri; dengeleme silindirleri, dengeleme diskleri ya da her ikisinin kombinasyonu şeklinde olmaktadır.

Şekli 4.58'de dengeleme silindiri görülmektedir. Şekilde en son kademedeki çarkın arkasındaki dengeleme odası bir dengeleme silindiriyle pompanın iç kısımlarından ayrılmaktadır. Silindir, pompa miline bağlı olup birlikte dönmektedir. Dengeleme silindiri ile gövdeye sabitlenmiş ve dengeleme silindir başlığı adı verilen sabit kısım arasında küçük bir radyal açıklık vardır. Dengeleme odası pompa girişiyle irtibat halindedir. Buna göre dengeleme odasındaki basınç emme basıncından biraz büyük olmaktadır. Dengeleme silindirine şu kuvvetler etki etmektedir. a) Çıkışa doğru etki eden, silindirin B alanı ile çıkış basıncının çarpımından oluşan kuvvet, b) Pompa girişine doğru etki eden dengeleme odasındaki basınç ile dengeleme alanı C'nin çarpımından oluşan kuvvet. Birinci kuvvet yani çıkışa doğru etkili olan kuvvet diğerinden daha büyüktür ve bu durum aksenal itmenin dengelenmesini sağlar. Aksenal itmenin tamamının ya da hiç olmazsa % 90-95'inin dengelenmesi için silindir çapı seçimi yapılabilir.

Yukarıda çark duvarlarına gelen basıncın sabit ve aksenal itmenin toplam net basınçla dengelenmemiş alanın çarpımından oluştuğu kabul edilmiştir. Gerçekte bu basınç, çarkın dış kanadı yüzünden suya etkiyen santrifüj kuvvetten dolayı radyal doğrultuda biraz değişmektedir. Yine çarkın her iki yüzeyindeki ilgili noktalarda basınçlar, çark duvarı ve gövde arasındaki

açıklıktan dolayı birbirine eşit olmayabilir (Şekil 4.58 E ve D noktaları). Sonuç olarak çarkın tüm yüzeyindeki basınç dağılımı işletme noktasındaki basınç ve verdiye bağlı olarak değişebilmektedir.



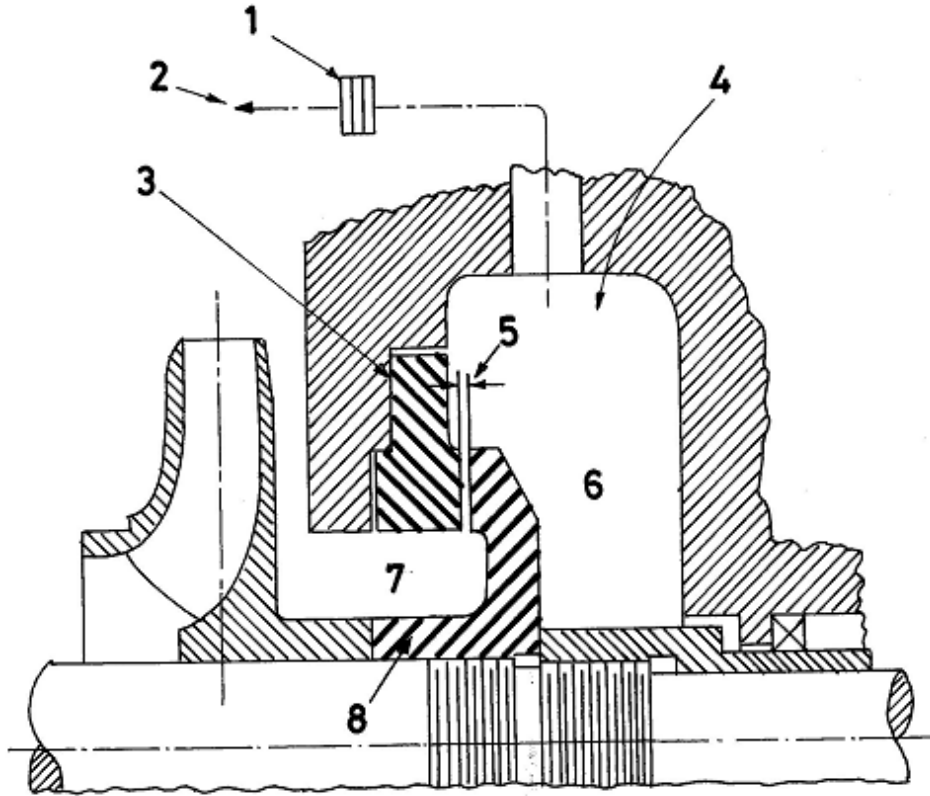
Şekil 4.58. Dengeleme silindiri (1. Dengeleme odası, 2. Emme ağzına giden bağlantı, 3. Dengelememiş A alanı, 4. B alanı, 5. Dengeleme silindiri, 6. C alanı) (Karassik ve Carter 1960)

Dengeleme silindiri tek girişli çarklarda aksel itmeyi yeterince karşılamakta ve çıkıştaki salmastra kutusuna gelen basıncı azaltmaktadır. Bununla birlikte bir dezavantajı aksel itmedeki ani değişiklikleri karşılayamamasıdır. Aksel itme ile dengeleme silindiri kuvvetleri birbirine eşit değilse, döner elemanlar daha büyük kuvvetin doğrultusunda harekete zorlanacaktır. Bu nedenle yataklar bu farklılığı yenecek şekilde tasarlanmalıdır. Dengeleme silindiri kendisini aksel itmenin büyüklüğüne göre ayarlayamaz. Zaten dengeleme silindiri ile dengeleme diski arasındaki en büyük fark da bu olmaktadır.

Basit bir dengeleme diski Şekil 4.59'da verilmiştir. Son kademeyi oluşturan çarktan sonra mil üzerine tesbit edilmiş bulunan bir disk mil ile birlikte dönmektedir. Dengeleme diski ile dengeleme diski başlığı arasında küçük bir aksiyal açıklık (5) vardır. Bu açıklıktan sızan su ya dengeleme odasına geçer ve oradan ya pompa girişine ya da pompanın emme yaptığı depoya gider. Dengeleme diskinin ön yüzeyi pek çok basıncın etkisi altında iken arka yüzeyine yalnızca dengeleme odasındaki basınç etki etmektedir. Diskin iç ve dış çapı, diskin ön yüzeyine ve arka yüzeyine etkiyen toplam basıncın çarkın aksel itmesini dengeleyecek büyüklükte olacak şekilde seçilir.

Çarkın aksel itmesi, diskin meydana getirdiği kuvveti yendiğinde pompa mili blok halinde sola yani emme tarafına doğru hareket eder ve disk ile disk başlığı arasındaki açıklığı azaltır. Bunun sonucu olarak açıklıktan geçen su miktarı ve buna bağlı olarak da dengeleme odasındaki basınç azalır. Bu, otomatik olarak disk üzerine etkiyen basınç farklılığını artırmakta ve sağa doğru bir kuvvetin meydana gelmesini sağlamaktadır, sağa doğru meydana gelen kuvvetin etkisiyle dengeleme diski ile disk başlığı arasındaki aralık artmaktadır. Eğer mil sağa doğru fazla hareket ederse aralık çok artmakta ve dengeleme odasındaki düşük basınç nedeniyle çıkış basıncı da düşmektedir. Bunun sonucunda çarklara etki eden aksel itme mili sola doğru hareket ettirmekte ve aralığı azaltmaktadır. Bu işlemler otomatik olarak sürekli meydana gelmekte,

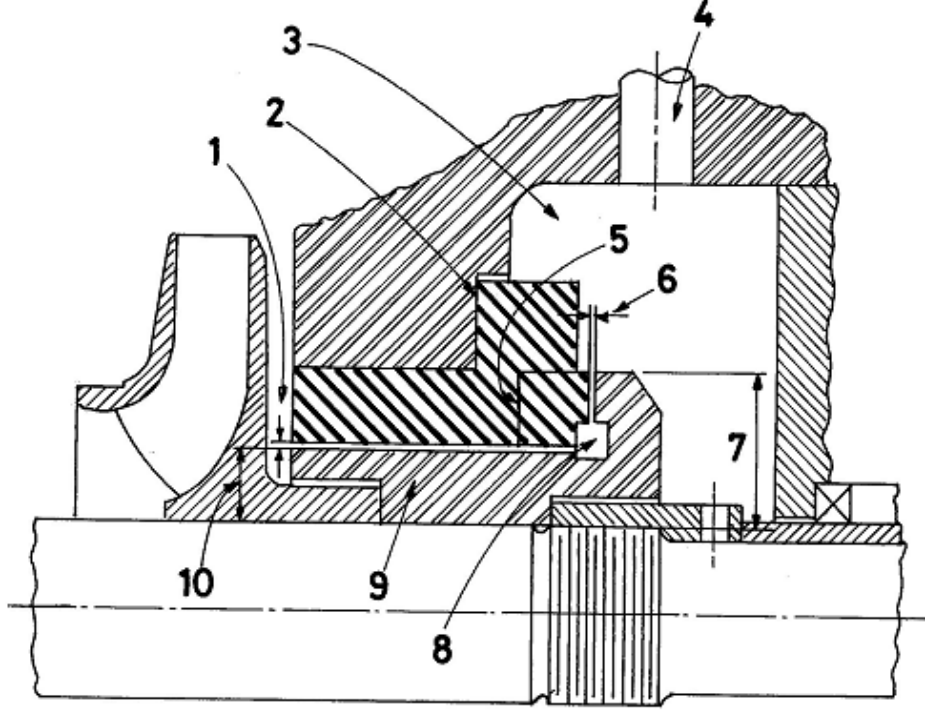
denge oluşmaktadır. Dengeleme diskinin uygun sınırlar arasında çalışmasını sağlamak için, dengeleme odasındaki basıncın uygun bir değerde tutulması gerekir. Dengeleme odasındaki basıncın değeri ise dengeleme odasını pompa girişine bağlayan kanala bir sınırlandırıcı delik konulmaktadır. Sınırlandırıcı geri dönüşün fazla olmasını önlemekte dengeleme odasındaki basıncın artmasına neden olmaktadır. Ancak bu düzenleme salmastra kutusuna etkiyen basıncın değişmesine ve dolayısıyla ömrünün azalmasına neden olmakta ve bu yüzden istenmemektedir.



Şekil 4.59. Dengeleme diski (1: Deliğin sınırlandırılması, 2: Emme ağzına gidiş, 3: Dengeleme diski başlığı, 4: Dengeleme odası, 5: Aksiyal açıklık, 6: Dengeleme odası, 7: Çıkış basıncı, 8: Dengeleme diski) (Karassik ve Carter 1960)

Dengeleme silindirin ve diskinin olumlu yanlarını biraraya getirmek amacıyla her ikisinin kombinasyonu ile aksel itme dengelenmeğe çalışılmaktadır (Şekil 4.60). Bu düzenlemede mil ile birlikte dönen kısım, disk başlığının silindirik kısmının içinden dönen uzun silindirik bir gövdeden oluşmaktadır. Bu tasarımda radyal açıklık (1) diskin konumuna bağlı olmadan sabit kalırken, aksiyal açıklık (6) pompa milinin konumuna bağlı olarak değişir. Bu tasarımda dengeleme düzenine şu kuvvetler etki eder. a) Çıkış basıncının A alanı ile çarpılmasıyla oluşan kuvvet ile B alanıyla orta emniyet odasındaki basıncın çarpılmasıyla oluşan kuvvetin toplamı olan ve çıkış ağzına doğru etki

eden kuvvet. b) C alanı ile dengeleme odasındaki basıncın çarpılmasından oluşan ve emme ağzına doğru yönelen kuvvet.



Şekil 4.60. Dengeleme diski ve dengeleme silindirin kombinasyonu (1: Radyal açıklık, 2: Dengeleme diski başlığı, 3: Dengeleme odası, 4: Emme ağzına dönüş hattı, 5: B alanı, 6: Aksiyal açıklık, 7: C alanı, 8: Orta emniyet odası, 9: Dengeleme diski, 10: A alanı) (Karassik ve Carter 1960)

Dengeleme diskindeki konum düzeltme özelliğinin dengeleme odasındaki basıncın ayarlanmasıyla meydana gelmesi bu düzenlemede ortadan kalmakta yalnızca orta emniyet odasındaki basınç değişimine bağlı olmaktadır. Pompa mili sola yani emme tarafına doğru hareket ettiğinde, aksiyal açıklık azalmakta ve orta emniyet odasındaki basınç artmakta B alanına etkiyen basınç da yükselmektedir. Diğer yandan dengeleme odasına sızan suyun azalmasıyla radyal açıklıktaki basınç düşümü azalır ve bu da aksiyal açıklıktaki basınç düşümünü artırır. Orta emniyet odasındaki basıncın artması dengeleme diskini, kuvvetlerin dengelenmesine kadar çıkış tarafına doğru iter. Pompa milinin sağa yani çıkışa doğru hareket etmesi aksiyal açıklığı ve dolayısıyla dengeleme odasına geçişi artıracak, orta emniyet odasındaki basıncı düşürecektir. Orta emniyet odasındaki basıncın düşmesi B alanına etkiyen basıncın düşmesine yol açacaktır. Bu düzenlemede geri dönüş hattına sınırlandırıcı konabilir ancak bu sınırlandırıcı dengeleme basıncından çok geri dönen su miktarını ayarlamaktadır.

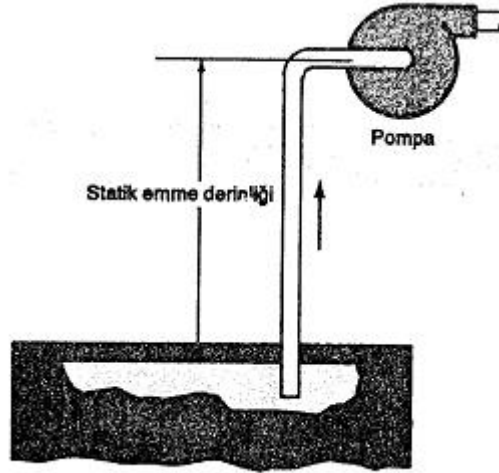
Hidrolik dengeleme düzenleri (disk ve silindir) ile karşıt çark düzenlemesi arasında hangisini tercih edeceğimize iyi karar vermemiz gerekir. Seçim tasarımcı ve kullanıcı gözüyle yapılmalıdır. Dengeleme düzenlerinin neden olduğu basınç düşümleri, aşınma, ömür, fiyat göz önüne alınmalıdır.

4.4. Santrifüj pompa parçaları

Santrifüj pompa parçaları sabit ve hareketli parçalar olmak üzere iki bölümde incelenebilmektedir. Hareketli parçalar pompa mili, çark ve çarka bağlı sızdırmazlık bileziklerinden meydana gelmektedir. Sabit parçalar ise emme ve basma ağızları, gövde, yataklar, sızdırmazlık elemanları (salmastra kutusu) ve çatı (şasi)'dan oluşmaktadır.

4.4.4. Salmastralar ve sızdırmazlık elemanları

Salmastralar, santrifüj pompa parçalarının en önemlilerinden birisidir. Salmastra, mil ile gövde arasındaki sızdırmazlığı sağlar ya da bir başka deyişle pompadaki su kaçaklarını kontrol altına alır. Sızdırmazlık elemanları ve diğer yardımcı elemanlar bir arada bir kutu içinde bulundurulmuş olarak sızdırmazlık sağlanır. Bu kutuya salmastra kutusu denir. Salmastra kutusu; Şekil 4.75'de görüldüğü gibi pompa emme derinliği koşulunda çalışıyorsa yani pompa eksenini emme su düzeyinin üstünde ise dışarıdan pompanın içine hava emilmesini önler.



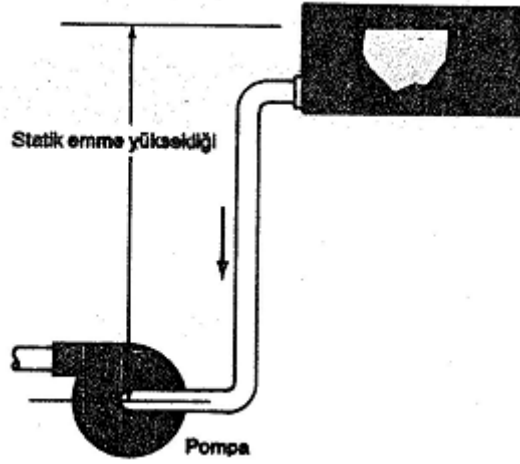
Şekil 4.75. Emme derinliği ile çalışan pompa (Anonim 1994a)

Eğer pompa emme yüksekliği koşulunda çalışıyorsa yani pompa eksenini emme su düzeyinin altında ise salmastra kutusunun görevi pompa içinden pompa dışına su sızmasını önlemektir (Şekil 4.76). Küçük kapasiteli pompalarda, mil tek yerden yataklanır ve bu gibi pompalarda tek salmastra kutusu kullanılır. Mil, pompa çarkını geçiyor ve iki taraftan yataklanıyorsa iki adet salmastra kutusuna

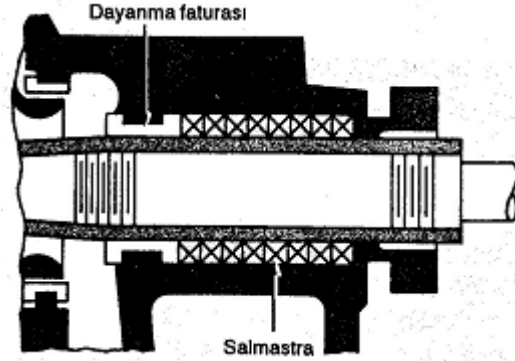
ihtiyaç vardır. Salmastra kutusunun görevi sızdırmazlığı sağlamaktır. Ancak pek çok pompada sızdırmazlık elemanlarından az miktarda bir kaçak mil ile salmastra kutusu içindeki sızdırmazlık elemanlarının yağlanması ve yüzeylerin soğumasını sağlar. Değişik salmastra kutusu uygulamaları vardır.

Santrifüj pompalarda en çok kullanılan salmastra kutusu Şekil 4.77'de görülen tek parça sıkı doldurulmuş salmastradır. Bu düzenlemede emme tarafında bir dayanma faturası vardır. Salmastra elemanları bir kapakla bastırılarak sıkıştırılır. Salmastra elemanları aşındıkça ve kaçak arttıkça bu kapak sıkıştırılarak ayarlama yapılabilir. Ayarlama yaparken elemanların fazla sıkılarak ezilmemesine dikkat edilmelidir. Salmastrada, mil ile salmastra elemanlarının soğutulması için 1–2 damla/min kaçığa izin verilmelidir.

Tek parça sıkı doldurulmuş salmastra kutuları emme yüksekliğinde çalışan pompalar içindir. Emme derinliğinde çalışmada yani pompa eksenini emme su düzeyinin üstünde olan pompalarda sızdırmaz ya da akışkan basmalı tip salmastra kutuları kullanılır.



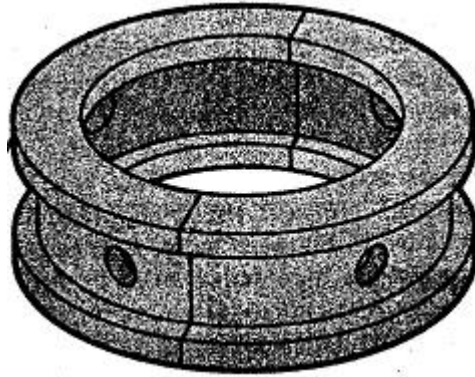
Şekil 4.76. Emme yüksekliği ile çalışan pompa (Anonim 1994a)



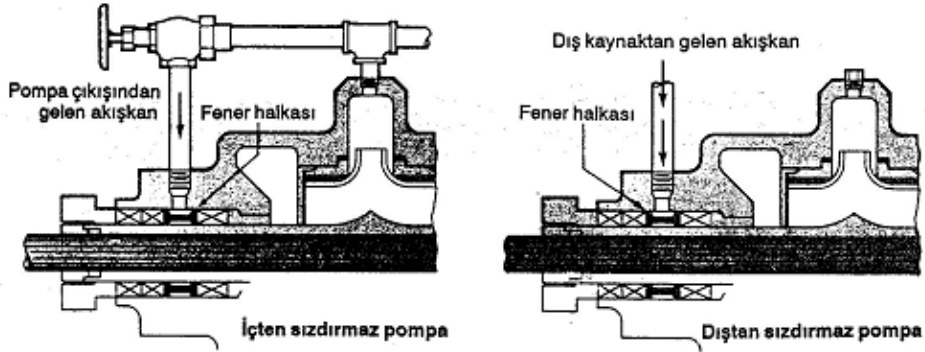
Şekil 4.77. Tek parça sıkı doldurulmuş salmastra kutusu (Anonim 1994a)

Bu tip salmastra kutularında sızdırmazlık ya da havanın pompa içine girmesinin önlenmesi için yardımcı akışkan kullanılır. Bunlarda sızdırmazlık yapan sıvıyı kutu içinde dağıtan su halkası ya da fener halkası adı verilen pirinçten veya plastikten yapılan ve salmastrayı ikiye bölen halka vardır (Şekil 4.78). Yardımcı sıvı pompanın çıkışından ya da başka bir kaynaktan alınabilir. Yardımcı sıvı pompa dışındaki bir kaynaktan sağlanıyorsa bu pompaya “dıştan sızdırmaz”, pompanın kendisi tarafından sağlanıyorsa bu pompaya “içten sızdırmaz” pompa denir (Şekil 4.79). Eğer iletim suyu kumlu, aşındırıcı madde içeriyorsa sızdırmazlık yapan yardımcı akışkan dış kaynaktan sağlanmalıdır.

Dıştan sızdırmaz pompalarda yardımcı su akışkanın basıncı pompanın emiş basıncından daha büyük olmalıdır. Yine yardımcı sıvının iletim suyuyla uyum içinde olması gerekir. Akışkan basmalı tip salmastra kutusunun değişik bir biçimi Şekil 4.80’de görülmekte olup “Dolaşımli salmastra kutusu” adını almaktadır. Bu sistemde yardımcı sıvı akışkan salmastra kutusunun bir tarafından girer, salmastra elemanlarından geçer ve pompa gövdesinin karşı tarafında bulunan delikten dışarı atılır.



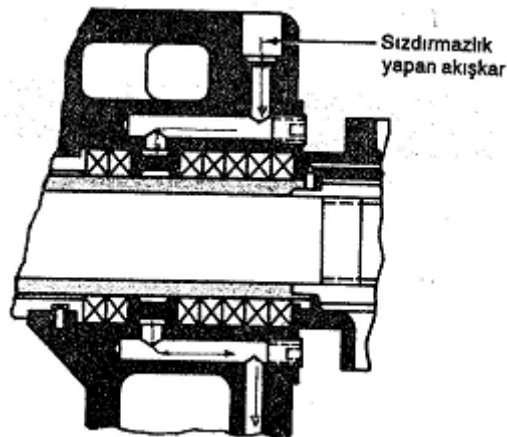
Şekil 4.78. Su (fener) halkası (Anonim 1994a)



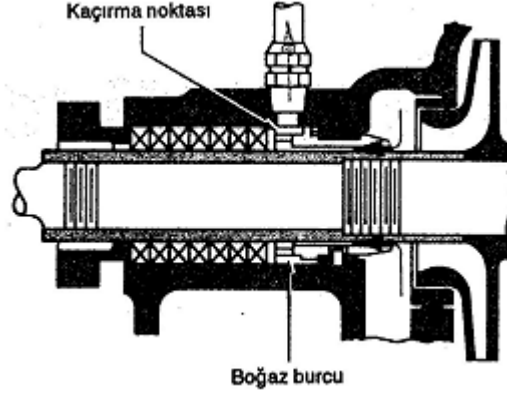
Şekil 4.79. Akışkan basmalı salmastra kutuları (Anonim 1994a)

“Akışkan kaçırmalı salmastra kutusu” uygulanan diğer bir yöntemdir (Şekil 4.81). Bu tip salmastra kutusunda basılan akışkandan az bir miktar pompa tarafından; içeride salmastra kutusunun boğaz burcu içine basılır. Akışkan boşaltma yerine kaçırma noktası denir. Bu kaçak, akışkanın ziyan olmaması için genellikle sistemin emme tarafına bağlanmıştır. Eğer sızdırmazlığı sağlayan sıvı salmastra kutusunun hemen önündeki pompa gövdesine basılırsa buna akışkana basmalı-kaçırmalı salmastra kutusu sistemi denir. Bunda kaçırılan akışkan atık madde olarak işlem görür (Şekil 4.82).

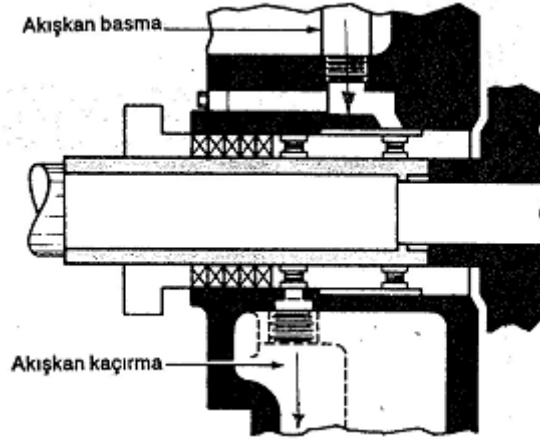
Salmastra elemanları sentetik malzeme, pamuk, keten, teflon, karbon, grafit gibi malzemelerden yapılabilir. Malzemeler örülerek kullanılır, uzun ip halinde ya da belirli ölçülere göre satın alınabilir. Salmastra malzemelerinden keten ve pamuk soğuk sıvıların iletiminde kullanılır. Eğer sıvı sıcaklığı 105 °C'nin üzerinde ise genellikle teflon, sentetik malzeme, karbon ya da grafit esaslı salmastra elemanları kullanılır. Sıcaklık 230 C°'yi geçerse alüminyum gibi metalik salmastra elemanlarının kullanılması önerilir.



Şekil 4.80. Dolaşimli salmastra kutusu (Anonim 1994a)



Şekil 4.81. Kaçırmalı salmastra kutusu (Anonim 1994a)



Şekil 4.82. Akışkan basmalı-kaçırmalı salmastra kutusu (Anonim 1994a)

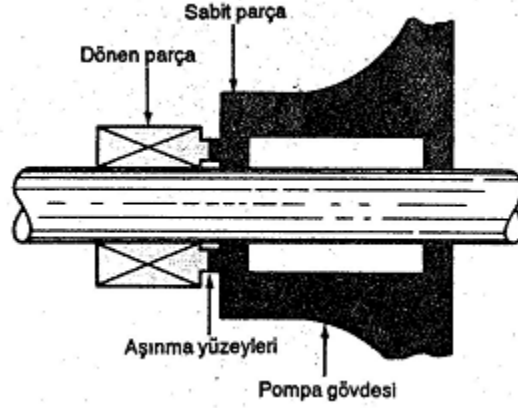
Yukarıda gördüğümüz tüm salmastra kutusu çeşitlerinde sızdırmazlık aksiyal yüzeylerde yapılmaktadır. Salmastranın bir başka tipi olan mekanik salmastralar, sızdırmazlığı aksiyal yüzeyler yerine radyal yüzeylerde yapmaktadır. Mekanik salmastraların yukarıda gördüğümüz normal salmastralardan farkı şöyle sıralanabilir.

- Mekanik salmastralar daha iyi bir sızdırmazlık sağlar,
- Daha az bakım gerektirirler,
- Daha yüksek basınca dayanıklıdırlar,
- Daha pahalıdırlar ve bu nedenle normal salmastraların kullanılmayacağı yerlerde kullanılırlar,

e) Sızdırmazlık yüzeyleri aksiyal değil dönme eksenine göre radyal düzlemedir.

Mekanik salmastraların tümünde iki temel parça vardır. Bunlar döner ve sabit parçadır (Şekil 4.83). Döner parça pompa miline, sabit parça ise pompa gövdesine bağlıdır. Aşınma yüzeyleri işlenerek parlak hale getirilmiştir. Sızdırmazlık sağlamak için aşınma yüzeylerinin sürtünmesine bir yayla süreklilik kazandırılır. Yüzeyler birbirine sürtünerek döner ve sızdırmazlığı sağlar. Yüzeyler arasında çok az miktarda su sızması, iki yüzey arasında yağlama ve soğutmayı sağlar.

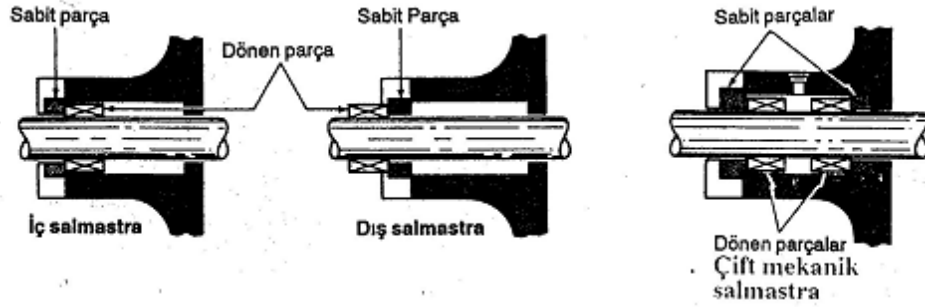
Mekanik salmastralar parçalı ve birleşik üniteli (kartuşlu) olabilmektedir. Parçalı mekanik salmastralar iki parçalı yapılırken kartuşlu salmastralarda sabit parça dışında bütün parçalar bir metal yuva içindedir. Sabit parça pompa gövde yuvasına monte edilmiştir.



Şekil 4.83. Mekanik salmastra (Anonim 1994a)

Mekanik salmastralar monte edilme ve çalıştırılma biçimine göre de 3'e ayrılır (Şekil 4.84). Bunlar;

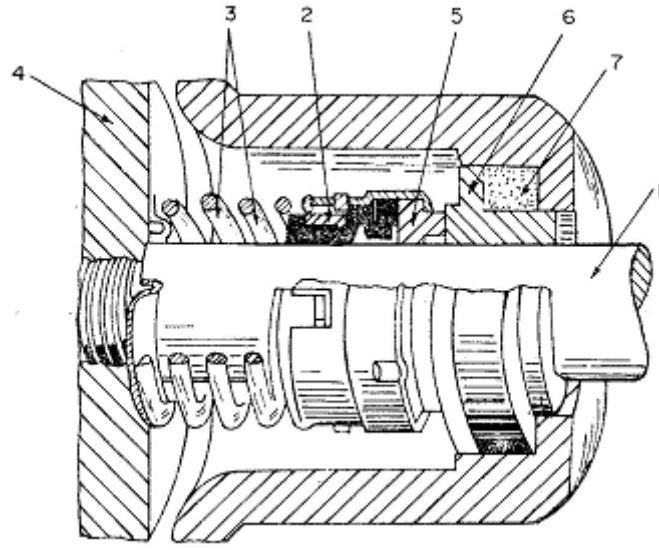
- İçten elemanlı (iç salmastra),
- Dıştan elemanlı (dış salmastra),
- Çift elemanlı (çift mekanik salmastra) dır.



Şekil 4.84. Monte edilme ve çalıştırılma biçimine göre mekanik salmastralar (Anonim 1994a)

İçten elemanlı salmastrada döner eleman salmastra kutusu iç yüzeyine bağlıdır ve pompalanan sıvı ile devamlı temas halindedir. Sabit parça dışarıya yerleştirilmiştir. Dıştan elemanlı salmastrada içten elemanlı salmastranın aksine sabit parça pompanın akışkan tarafına, döner parça pompa gövdesinin dışına monte edilmiştir. Hem içten, hem de dıştan elemanlı salmastralarda bir adet sızdırmazlık elemanı kullanılmıştır. Çift elemanlı salmastrada iki salmastra elemanı kullanılır. Bu tipte, sabit parçalar salmastra bölgesinin dış sınırlarında olmak üzere sırt sırtta monte edilmiştir. Sabit parçanın birisi salmastra kutusunun iç kenarına, sıvıya yakın monte edilmiştir. Diğer parça ise salmastra kutusunun dış kenarına yerleştirilmiştir.

Mekanik salmastralara bir örnek de Şekil 4.85'de görülmektedir. Gövde ile salmastra kutusu kapağı arasındaki sızmalar gövde ile kapak arasında bulunan normal contalar ile önlenir. Salmastra elemanı ile mil arasındaki sızmalar için sentetik bilezikler kullanılır. Sürtünen yüzeyler arasındaki sızmalar ise yüzeylere etkiyen bir yay ile önlenmektedir. Şekil 4.85'de görüldüğü gibi salmastra mil üzerine bağlıdır. Mil (1) ile salmastra elemanı arasındaki sızma bir sentetik conta (2) ile önlenmektedir. Salmastra yayı (3), çarka (4) oturmaktadır. Salmastra elemanı (5), sabit yüzey (6) üzerinde dönerek çalışmaktadır. Bu parça ile salmastra kutusu kapağı arasında ayrı bir conta (7) bulunmaktadır.



Şekil 4.85. Mekanik salmastra kesiti