

# Isıtma, Soğutma, İklimlendirme, Endüstri

## Kuru Rotorlu Pompalar

### Genel Bilgiler

#### Özellikler

Kuru rotorlu pompalar büyük debi gereksinimlerini karşılamak için kullanılırlar. Islak rotorlu pompaların aksine, akışkanın motor ile teması yoktur. Bu nedenle agresif akışkanların transferinde de kullanılabilirler.

Kuru rotorlu pompaların bir diğer farkı ise, pompa gövdesi ve pompa milinin havayla olan temasının yumuşak salmastra veya mekanik salmastra kullanılarak kesilmiş olmasıdır.

Kuru rotorlu pompaların motorları genellikle sabit devirli trifaze motorlardır. Devir hızları frekans konvertörü ile değiştirilebilir. Frekans konvertörü motorlara entegre pompa modelleri mevcut olduğu gibi, sabit hızlı pompalar harici kontrol panoları aracılığıyla farklı hızlarda çalıştırılabilir.

Isıtma, soğutma, iklimlendirme uygulamalarında kullanılan kuru rotorlu pompalar tasarımlarına göre üç ana gruba ayrılabilirler:

##### Inline Pompalar

Emme ve basma flanşları eşit çaplarda ve aynı eksen üzerinde olan pompalardır. Inline pompalar hava soğutmalı ve flanşlı tip standart motorlar ile tahrik edilirler. Inline pompalar genellikle bina sistemlerinde büyük kapasiteler gerektiğinde tercih edilirler ve boru hattına direkt olarak bağlanabilirler.

##### Monoblok Pompalar

Emme ve basma flanşları farklı çaplarda ve farklı eksenler üzerinde olan monoblok pompalar da hava soğutmalı motorlar ile tahrik edilen santrifüj pompalardır. Salyangoz gövdesi eksenel emişli ve radyal basınç çıkışlıdır. Motor ve pompa gövdeleri özel parçalar kullanılarak birbirlerine bağlanmıştır.

##### Norm Pompalar

Bu pompalar da hidrolik yapı olarak monoblok pompalar ile aynı olup, pompa ve motor mili bir kaplin ile birleştirilmiş ve sistem ortak bir şase üzerine yerleştirilmiştir.

#### Pompa Seçimi

Kuru rotorlu sirkülasyon pompaları, her türlü ısıtma, soğutma ve iklimlendirme uygulamalarında kullanıma uygundur. Bununla birlikte, en doğru pompanın seçimi belli faktörlere bağlıdır:

- Gerekli çalışma noktasını sağlayacak doğru modelin seçimi
- Pompa serisinin basınç, sıcaklık vs. gibi tüm proses parametrelerini karşılayabilmesi
- Dayanıklılık için uygun malzemelerin seçimi

Pompa model tanıtım sayfalarındaki genel eğriler, ihtiyaç duyulan pompanın kabaca tesbiti için kullanılabilir. En uygun pompanın hassas seçimi ise ancak bağımsız pompa eğrileri kontrol edilerek yapılabilir.

Katalogdaki “Teknik Özellikler” tablolarında, basınç, sıcaklık, malzeme gibi özelliklere göre uygulama aralıkları verilmektedir.

#### Pompa Eğrisi

Pompa tipinin seçiminde çalışma noktasının (sistemin karakteristik eğrisi ile pompanın kendi karakteristik eğrisinin kesişme noktası) pompanın hidrolik veriminin mümkün olduğunca yüksek olduğu bir bölgede olmasına dikkat edilmelidir.

Özellikle ısıtma ve soğutma tesisatlarında sirkülasyon pompası olarak kullanılan santrifüj pompaların basma yüksekliğinin seçiminde abartılı davranılmamalıdır.

Karakteristik eğrisinin alt bölgesinde çalıştırılan pompalarda (basınç kayıplarının öngörülenden daha küçük olduğu durumlar) kavitasyon ve motor yanması gibi problemler oluşabilmektedir.

Böyle durumlarda reglaj vanaları kullanılarak tesisatta suni direnç yaratılıp sistemin karakteristik eğrisinin değiştirilerek pompanın karakteristik eğrisiyle daha uygun bir noktada kesişmesi sağlanmalıdır.

Pompanın karakteristik eğrisinin değiştirilebilmesi için pompa çarkının çapının küçültülmesi

$$\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \approx \frac{Q_2}{Q_1} \approx \frac{H_2}{H_1}$$

$$D_2 \approx D_1 \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \approx D_1 \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

veya pompayı tahrik eden motor devir hızının değiştirilmesi gerekmektedir.

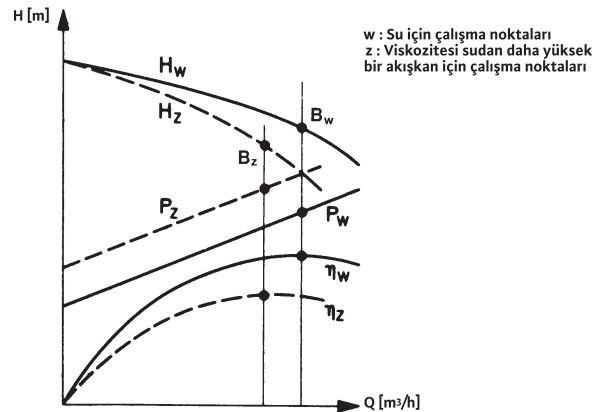
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \quad \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 = \frac{H_2}{H_1}$$

Pompa eğrileri ile çalışırken, “ISO 9906, Ek 1” de belirtilen toleranslar gözönüne alınmalıdır.

Pompa eğrileri, +20°C sıcaklıkta ve 1 mm<sup>2</sup>/s viskozite değerindeki su için hazırlanmıştır.

Viskozitesi ve yoğunluğu sudan farklı olan akışkanların kullanıldığı tesisatlarda (örneğin glikol veya yağ oranı %10’u geçen su karışımları) pompa seçiminde bu durum dikkate alınmalıdır.

Pompanın akışkanın viskozitesi arttığında pompanın bu akışkan için debi Q, basma yüksekliği H ve verim  $\mu$  değerleri düşer, ihtiyaç duyulan güç değeri P artar.

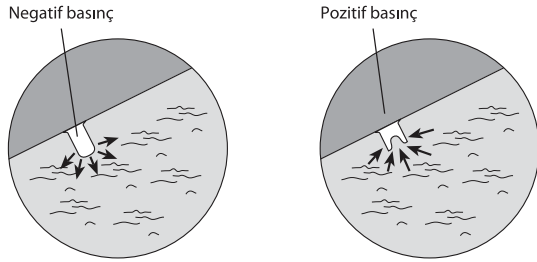


Çalışma noktalarının viskoziteye bağlı olarak değişimi

### Kavitasyon – NPSH

Doğru pompa seçiminin önemli bir unsuru da kavitasyonun önlenmesidir. Kavitasyon riski, özellikle açık sistemlerde (örn. soğutma kulesi sistemleri), yüksek akışkan sıcaklıklarında ve düşük sistem basınçlarında artar. Akış halindeki akışkanın basıncı, borudaki direnç kayıpları, akış hızı ya da statik yükseklik gibi sebeplerden, o sıcaklıktaki buhar basıncı seviyesine düşerse buhar baloncukları oluşmaya başlar (resim 1).

Bu baloncuklar akış ile taşınır ve statik basınç buhar basıncının üstüne çıktığında da patlar (resim 2). Baloncukların patlaması mikrojetler oluşturur ve pompa aksamına çarptığı yerlerde mikro hasarlara neden olur. Bu olaya kavitasyon denir.



Resim 1

Resim 2

Kavitasyonu önlemek için sistemde doğru basıncın oluşmasına dikkat edilmelidir. Bir pompanın öngörülen işletme değerlerinde kavitasyonsuz ve verimli bir şekilde çalışabilmesi için pompanın emiş ağzında olması gereken asgari nominal su basıncı değeri her pompa modeli ve çark çapı için tesbit edilmiş ve eğrilerde gösterilmiştir. Bu değere Net Pozitif Emme Basıncı “NPSH” denir.

Problemsiz işletim için  $NPSH_{mevcut} > NPSH_{pompa} + 0.5$  metre şartı sağlanmalıdır.

Eğer mevcut giriş basıncı, pompada gerekli NPSH değerini karşılamıyor ise,

- Statik basınç yükseltilerek (pompanın pozisyonunu değiştirerek)
  - Buhar basıncı limiti düşürülerek (sıvı sıcaklığını düşürerek)
  - Basınç kayıpları azaltılarak (daha kısa, büyük çaplı borulama ve armatür kayıpları azaltılarak)
  - Daha düşük NPSH değeri olan (genellikle daha büyük) pompa seçerek
- mutlaka yukarıdaki şart sağlanmalıdır.

Akışkan sıcaklığı kavitasyon oluşumunda önemli bir faktördür. Sıcaklık arttıkça kavitasyon riski yükselmektedir. Bu durum akışkanın buharlaşma basıncı ile ilgilidir. Akışkanın buharlaşmaması için gerekli olan minimum basınç akışkanın sıcaklığı ile birlikte artmaktadır.

Örneğin:

20°C'deki suyun buharlaşmaması için pompanın emiş ağzında olması gereken minimum basınç  $P_d = 0.02337$  bar (~ 0.2 m) iken, 85°C'deki su için bu değer  $P_d = 0.578$  bar (~ 5.78 m) olmaktadır.

Dolayısıyla yüksek sıcaklıktaki akışkanların pompalanmasında atmosfere kapalı tesisat sistemine geçilerek, tesisatın ayrıca basınçlandırılması ( $P_{atm} + P_t$ ) gerekli olabilir.

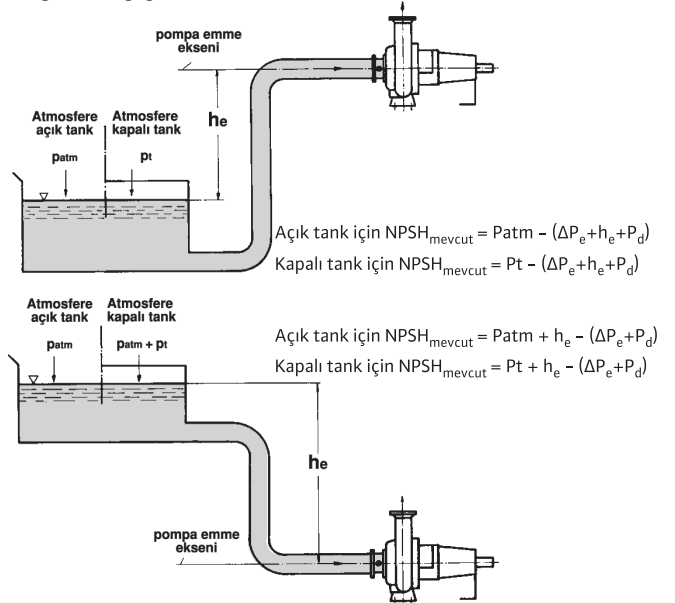
Örneğin kapalı devrelerde çalışan sirkülasyon pompalarında kavitasyonsuz bir işletim gerçekleştirilmesi için pompanın emiş ağzında varolan su basıncı (çoğu kez binanın statik yüksekliği veya kapalı genleşme deposunun ön gaz basıncı) suyun buharlaşmaması için gereken minimum basınçtan daha yüksek olmalıdır.

Aşağıdaki tablo, değişik sıcaklıklardaki suyun buharlaşmaması için gerekli olan minimum basınç değerlerini göstermektedir.

Suyun buharlaşma basıncının sıcaklıkla değişimi

| t (°C) | $P_d$ (bar) | t (°C) | $P_d$ (bar) |
|--------|-------------|--------|-------------|
| 0      | 0.00611     | 95     | 0.84530     |
| 5      | 0.00872     | 100    | 1.01330     |
| 10     | 0.01227     | 105    | 1.20800     |
| 15     | 0.01704     | 110    | 1.43270     |
| 20     | 0.02337     | 115    | 1.69060     |
| 25     | 0.03166     | 120    | 1.98540     |
| 30     | 0.04241     | 125    | 2.32100     |
| 35     | 0.05622     | 130    | 2.70130     |
| 40     | 0.07375     | 135    | 3.13100     |
| 45     | 0.09582     | 140    | 3.61400     |
| 50     | 0.12335     | 145    | 4.15500     |
| 55     | 0.15741     | 150    | 4.76000     |
| 60     | 0.19920     | 155    | 5.43300     |
| 65     | 0.25010     | 160    | 6.18100     |
| 70     | 0.31160     | 165    | 7.00800     |
| 75     | 0.38550     | 170    | 7.92000     |
| 80     | 0.47360     | 175    | 8.92400     |
| 85     | 0.57800     | 180    | 10.02700    |
| 90     | 0.70110     | 185    | 11.23300    |

Atmofere açık uygulamalarda sistemin mevcut NPSH değerini hesaplarken emiş hattı direnç kayıplarının toplamı  $\Delta P_e$ , emiş derinliği  $h_e$  ve akışkanın buharlaşma basıncı  $P_d$  aşağıdaki formüllerde gösterildiği gibi dikkate alınmalıdır.



# Isıtma, Soğutma, İklimlendirme, Endüstri

## Kuru Rotorlu Pompalar

### Genel Bilgiler

#### Malzemeler

Akışkan ile temas eden aksamın malzeme seçimi pompanın kimyasal dayanımı için büyük önem taşır.

Aşağıdaki malzeme seçim tablosu en önemli komponentler ile ilgili olarak genel bir kılavuz niteliğindedir.

Pompa malzemelerinin dayanımı kadar, salmastranın uygunluğu da çok önemlidir.

| Malzemeler                                                                                              |                                                                                                             |                         |                                              |                   |              |             |                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------|---------------------|------------|
| Akışkanlar                                                                                              | Sıcaklık Limiti                                                                                             | Gövde / Çark            |                                              | Mekanik Salmastra |              |             | Gövde sızdırmazlığı |            |
|                                                                                                         | (Pompa modellerine göre, izin verilen maksimum çalışma sıcaklığı ve basıncı değerlerine dikkat edilmelidir) | Dökme demir/dökme demir | Dökme demir/Bronz veya Plastik <sup>1)</sup> | Standart: AQEGG   | S1: Q1Q1X4GG | S2: AQ1X4GG | EPDM                | Viton/HNBR |
| VDI2035'e uygun ısıtma suyu<br>(iletkenlik < 300 µs, silikalar < 10 mg/l, katı madde içeriği < 10 mg/l) | 140°C'ye kadar                                                                                              | •                       | –                                            | •                 | –            | –           | •                   | –          |
| Soğutma suyu ve soğuk su                                                                                | –20°C'ye kadar                                                                                              | •                       | –                                            | •                 | –            | –           | •                   | –          |
| İnorganik soğutucu akışkan, pH > 7.5, inhibite                                                          | 30°C'ye kadar                                                                                               | •                       | –                                            | •                 | –            | –           | •                   | –          |
| Hacmen %20–40 glikol-su karışımı                                                                        | –20°C – 40°C                                                                                                | •                       | –                                            | •                 | –            | –           | •                   | –          |
| Hacmen %20–40 glikol-su karışımı                                                                        | 40°C – 90°C                                                                                                 | •                       | –                                            | –                 | o            | –           | –                   | o          |
| Hacmen %40–50 glikol-su karışımı                                                                        | –20°C – 90°C                                                                                                | •                       | –                                            | –                 | o            | –           | –                   | o          |
| Hacmen %20–50 glikol-su karışımı                                                                        | 90°C – 120°C                                                                                                | •                       | –                                            | –                 | o            | –           | –                   | o          |
| Askıda yağ içeren su                                                                                    | 0°C – 90°C                                                                                                  | •                       | –                                            | –                 | –            | o           | –                   | o          |
| Madeni yağ                                                                                              | –20°C – 140°C                                                                                               | •                       | –                                            | –                 | –            | o           | –                   | o          |
| Havuz suyu<br>(klor < 250 mg/l, pompa girişinde filtre gerekir)                                         | 35°C'ye kadar                                                                                               | –                       | o                                            | –                 | o            | –           | –                   | o          |
| Yangın söndürme suyu                                                                                    | 30°C'ye kadar                                                                                               | –                       | o                                            | –                 | o            | –           | –                   | o          |

• standart, o= opsiyonel

1) IPL, DPL, IP-E, DP-E için standart plastik çark, IPL ve DPL kısmen döküm çark

### Genel Bilgiler

#### Pompaların Montaj ve Yerleşimi

Standart pompalar hava koşullarına karşı korumalı, toz ve donma riski olmayan, iyi havalandan ve parlayıcı gazlar içermeyen ortamlarda kullanılmalıdır. Borulama ve pompa üzerine aşırı yükler binmemeli, borulama ağırlığı pompa tarafından taşınmamalıdır.

Inline pompalar yatay veya dikey konumda monte edilebilir, ancak motor ve klemens kutusu aşağı bakacak şekilde montaj mümkün değildir. Motor, laterna ve çarkın yerinden sökülebilmeye olanak sağlayacak kadar yer bırakılmalıdır. 18.5 kW'dan büyük pompalar, mili yatay konumda olacak şekilde monte edilmemelidir. Dikey monte edilen pompalarda borulamaya aşırı yük binmemeli ve pompa ayaklar ya da konsol ile desteklenmelidir.

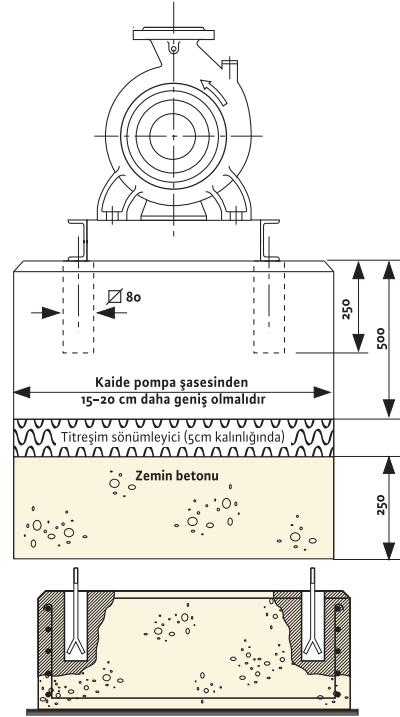
Şasili santrifüj pompaların gürültüsüz çalışabilmesi için pompa kaidesinin doğru planlaması ve inşası son derece önemli bir faktördür.

Doğru yapılmış bir kaideye, pompa şasesinin sağlam bir şekilde bağlanması ve her pompa için ayrı bir kaide öngörülmesi, mümkün olduğunca sessiz ve titreşimsiz bir işletim için tavsiye edilmektedir.

Titreşimin binaya aktarılmasına engel olmak için, kaide betonunun bina yapısından esnek bir izolatör ile ayrılması gerekmektedir. Kaide betonunun dökülmesi sırasında mekanik bağlantı sağlayarak, ses köprüleri oluşmasına neden olabilecek harç akıntısı, çakıl, tuğla parçası, inşaat artıkları vb. malzemelerin bina ve kaide betonu arasında bulunmamasına dikkat edilmemelidir.

Pompa şasesinin üzerine yerleştirileceği beton kaidenin yapılmasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

1. Kaide kalıbının en altına önce 15–25 cm kalınlığında küçük çakıl taşlarından oluşan temel çakılı dökülmelidir.
2. Bunun üzerine 5–6 cm kalınlığında strafor veya mantar gibi titreşim sönümleyici özelliği olan plakalar yerleştirilmelidir.
3. Kalıbın içine Ø12 mm'lik inşaat demiri çubuklarından yapılmış stabilizasyon kafesi işlenmelidir.
4. Kalıbın içine bilahare ankeraj saplamalarının içine yerleştirileceği her biri 250–300 mm uzunluğunda ve 80 mm boyutunda 4 veya 6 adet erkek kalıplar öngörülmelidir.
5. B–160 kalitesinde 300 dozlu beton kalıbın içine dökülmelidir.
6. Beton iyice donduktan sonra ankeraj kalıpları sökülmelidir.
7. Bir ucu çatal yapılmış korozyona dayanıklı ankeraj civataları pompa şasesinin delik ölçülerine göre uygun olarak ankeraj deliklerinin içine yerleştirilmeli ve deliklere beton şerbeti dökülerek dondurulmalıdır.



Ankeraj saplamalarının kaide betonuna yerleştirilmesi

### Genel Bilgiler

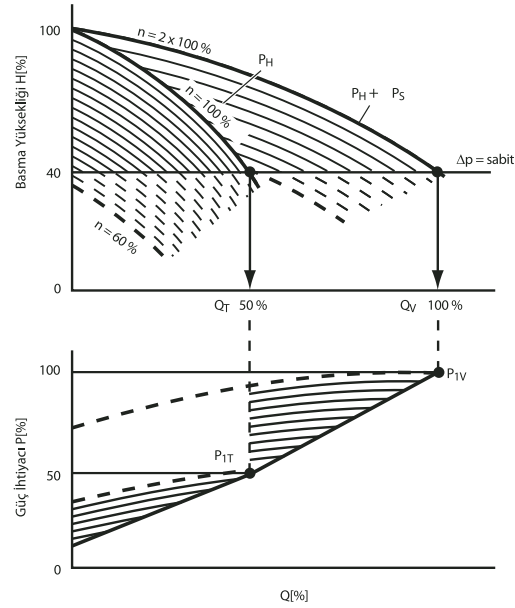
#### Pompa Yükünün Bölünmesi

Belirlenmiş maksimum çalışma noktasındaki debinin paralel çalışan iki adet (ya da bir adet ikiz) pompaya bölünmesi-özellikle ısıtma uygulamalarında- kısmi yük durumlarına uyumda gözle görülür gelişme ve dolayısıyla optimum enerji verimliliği sağlar. Isıtma sezonunun %85'inde oluşan kısmi yük durumu, bir pompanın çalışmasını yeterli kılar. İkinci pompa, arada oluşabilecek tam yük durumlarında kullanılmak üzere yedekte bekler. Pompaların adet olarak çoğalmasının sebep olabileceği ekstra maliyetler, hız kontrolü ile sağlanan tasarruf ile çok hızlı ve kolayca amorti edilir.

#### Yükü iki pompaya bölmenin avantajları:

- İşletme maliyetlerini %50-70 arasında düşürme
- Çalışmaya hazır yedek bir pompa olması nedeniyle artan güvenilirlik

"Bölünmüş" uygulama ile, bir pompa temel ihtiyaç değeri için çalışırken, diğer pompalar paralel olarak pik yüklerde devreye girer. Bu şekilde DIN4701 şartları da sağlanmaktadır. Frekans konvertörlü kontrol sistemleri ile tüm performans aralığında, talep edilen tüm yük değerlerine kesintisiz adaptasyon sağlanır.



Her iki ünitesinin güç değeri birbirine eşit bir ikiz pompanın kademesiz kontrollü pik yük işletimi

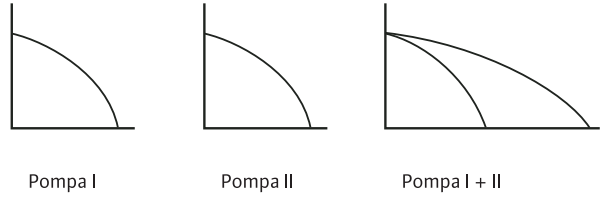
- $P_H$  ana pompa
- $P_S$  pik yük pompası
- $Q_V$  tam yük debisi
- $Q_T$  kısmi yük debisi
- $P_{1V}$  tam yük güç sarfiyatı
- $P_{1T}$  kısmi yük güç sarfiyatı

"Bölünmüş" uygulama ile ısıtma sistemlerinde toplam pompa yatırım maliyetleri 1/4 oranında azaltılabilir, kısmi yük durumlarında çok daha efektif kullanım ile işletme maliyetlerinde de ciddi tasarruf sağlanır.

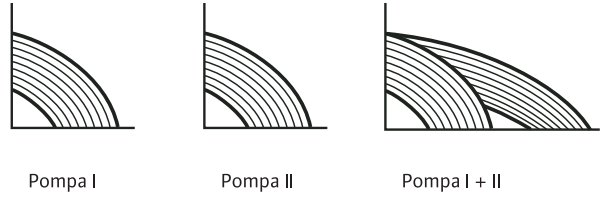
Frekans konvertörlü uygulamalarda, ana pompa nominal hız değerinde pik yük değeri oluştuğunda, pik yük pompası nominal hızda devreye girer ve takiben ana pompanın hızı düşürülerek yük noktasına göre ayarlanır. Bu kademesiz ayar sayesinde basınç dalgalanmaları neredeyse hiç yaşanmaz. Pik yük pompasının devreye giriş noktası, kontrol cihazındaki bir elektronik mantık devresi ile sağlanır.

Pik yük devreye girişi, fark basınç ya da fark sıcaklık değerlerine göre çalışan kontrol modları ile sağlanabilir.

#### Hız kontrolsüz paralel çalıştırma



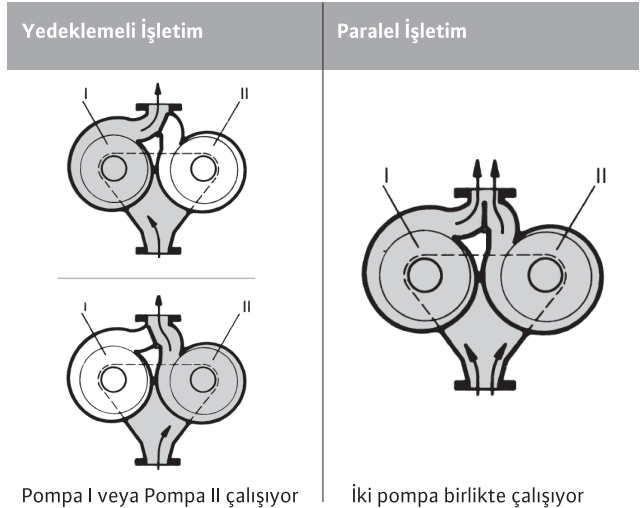
#### Hız kontrollü paralel çalıştırma



#### İkiz pompaların çalışma modları

İkiz pompalar aşağıda belirtilen temel iki çalışma modu için uygundur:

- Yedeklemeli İşletim
- Paralel İşletim



### Genel Bilgiler

#### Mekanik Salmastra

Mekanik salmastralar dinamik sızdırmazlık ekipmanlarıdır ve orta-yüksek basınç uygulamalarında mil sızdırmazlığı için kullanılır. Tüm kuru rotorlu WILO pompalarında (IPS hariç) mekanik salmastra standarttır.

Mekanik salmastranın dinamik sızdırmazlık alanı düşük aşınma özellikli ve eksenel kuvvetler ile birbirlerine bastırılan iki yüzeyden oluşur (örn. Silisyum karbür ya da karbon halkalar). Döner eleman mil ile birlikte dönerken sabit eleman gövdedeki yuvasında hareketsizdir. Halkalar birbirlerine yay ya da akışkan basıncı ile itilir.



Normal çalışma şartlarında, çok az ya da sıfır sızıntı yaşanır ve bakım gerektirmez. Normal şartlarda ortalama salmastra ömrü 2-4 yıldır. Ancak, akışkan kirliliği, aşırı sıcaklık veya kuru çalışma gibi olumsuz faktörler bu süreyi önemli ölçüde kısaltır.

WILO pompalarındaki standart salmastra, %20-40 oranına kadar glikol-su karışımı ve  $\leq 40^{\circ}\text{C}$  akışkan sıcaklıklarına kadar kullanılabilir. Bu değerlerin dışına çıkıldığında standart salmastralar yerine özel versiyonlar kullanılır.

Mekanik salmastraların malzemeleri kodlar ile tanımlanır. Bu kodlar aşağıdaki parçaların malzemeleri ile ilgilidir:

- 1 : döner eleman
- 2 : sabit eleman
- 3 : ikincil sızdırmazlık
- 4 : yay
- 5 : diğer

#### Tipik malzemeler

- |    |           |                                                          |
|----|-----------|----------------------------------------------------------|
| 1: | <b>A</b>  | antimon emprenyeli karbon grafit                         |
|    | <b>B</b>  | reçine emprenyeli karbon grafit, gıda endüstrisine uygun |
| 2: | <b>Q1</b> | silisyum karbür                                          |
| 3: | <b>E</b>  | EPDM                                                     |
|    | <b>E3</b> | EPDM, gıda endüstrisine uygun                            |
|    | <b>V</b>  | Viton                                                    |
|    | <b>X4</b> | HNBR (Hydrogenated Nitrile-Rubber)                       |
| 4: | <b>G</b>  | paslanmaz çelik                                          |
| 5: | <b>G</b>  | paslanmaz çelik                                          |

Standart WILO salmastrası kodu **AQ1EGG**'dir.

#### Kataforez Kaplama

WILO kuru rotorlu inline pompalar standart olarak kataforez (IL250, IPS, IPH-O, IPH-W, IP-Z hariç), korozyona uğrayabilecek cıvata başları, kaplin gibi parçalar da krom kaplıdır. Bu kaplamalar sayesinde, nemli hava, kondensat ya da tuz ve kimyasal içeren ortamlar gibi korozyon oluşturabilecek koşullara karşı koruma sağlanmış olur. Bu şekilde korunmuş pompalar hem iç hem de dış ortamlarda kullanılabilir (dış ortamda kullanım için özel versiyon motorlar gereklidir). Bu şekilde düşük bakım maliyeti ve uzun ömür avantajı sağlanmış olur.

#### Pompaların Termal Yalıtımı

Isı yalıtımlı sistemlerde, laterna ve motor örtülmemeli, sadece pompa hidrolik gövdesine yalıtım uygulanmalıdır.

#### Pompa Kumandası

WILO pompaların kumandası için panolar veya aksesuar modüller kullanılırken, VDE 0160'e uygun olarak elektrikle çalışma kurallarına riayet edilmelidir. WILO pompaların kumandasında, WILO tarafından tedarik edilen frekans konvertörleri dışında bir marka kullanılması halinde, motor parazitlerini azaltacak ve aşırı voltaj yükselmelerini önleyecek çıkış filtreleri kullanılmalı ve aşağıdaki sınır değerlere dikkat edilmelidir:

- $P_2 \leq 1.1 \text{ kW}$  olan kuru rotorlu pompalar için  
Voltaj artış oranı  $du/dt < 500 \text{ V}/\mu\text{s}$   
Voltaj pikleri  $\hat{u} < 650 \text{ V}$
- $P_2 > 1.1 \text{ kW}$  olan kuru rotorlu pompalar için  
Voltaj artış oranı  $du/dt < 500 \text{ V}/\mu\text{s}$   
Voltaj pikleri  $\hat{u} < 850 \text{ V}$

Konvertör ve motor arası kablonun uzun olması ( $l > 10 \text{ m.}$ ),  $du/dt$  ve  $\hat{u}$  seviyelerinin (rezonans) yükselmesine neden olur. Aynı durum, dörtten fazla ünitenin ortak güç kaynağından beslenmesinde de gerçekleşir. Çıkış filtreleri, frekans konvertörü ya da filtre üreticisi tarafından ölçülendirilmelidir. Eğer, frekans konvertörü motorda kayıplara neden oluyorsa, pompalar nominal hız değerlerinin maksimum %95'i değerinde çalıştırılmalıdır.

#### Elektrik Motorları

Katalogda inline ve monoblok pompalar için verilen elektrik motoru nominal değerleri, 50 Hz frekans, 3 kW'a kadar 230/400 V, 4 kW ve üzeri 400/690 V nominal voltaj değeri, maksimum ortam sıcaklığı  $40^{\circ}\text{C}$  ve deniz seviyesinden maksimum 1000 m'ye kadar yükseklikler için geçerlidir. Bu şartların dışındaki durumlarda çıkış gücü belli oranda azaltılmalı, daha büyük ya da daha yüksek yalıtım sınıfında motor seçilmelidir.

Tüm pompalar standart IEC motorlar ile tahrik edilmektedir (tasarımı gereği standart motor ile akuple edilemeyen modeller hariç, örn. IPL). Bu durumda, uzatılmış milli özel motorlar kullanılmaktadır.

# Isıtma, Soğutma, İklimlendirme, Endüstri

## Kuru Rotorlu Pompalar

### Genel Bilgiler

#### Motor Gücünün Seçimi

Tahrik motorunun gücünün doğru seçimi önemlidir. Olması gerekenden daha küçük motor seçilmesi, işletimde istenen hidrolik kapasiteye ulaşamaması ve sık sık termik atması gibi problemler yaratırken, gereğinden daha büyük motor seçilmesi işletmede gereksiz elektrik sarfiyatına ve dolayısıyla yüksek işletme giderlerine neden olmaktadır.

Motor gücünün doğru olarak seçimi için aşağıdaki formülden yararlanmak mümkündür:

$$P = \frac{Q \times H \times \rho}{367 \times \eta} \times \text{emniyet faktörü}$$

Pompanın işletim noktasındaki debisi Q (m<sup>3</sup>/h), basma yüksekliği H (m), akışkan yoğunluğu ρ (kg/dm<sup>3</sup>) birimleriyle ve pompa verimi η ise ilgili pompa eğrisinden alınarak formülde yerine konulduğunda, gerekli olan asgari motor gücü P (kW) olarak bulunabilmektedir. Basılan akışkan genellikle su olduğu için yoğunluğu ρ = 1 kg/dm<sup>3</sup> kabul edilerek güç hesabında dikkate alınmaz.

Kullanılacak motorun nominal gücünün seçiminde ise bu gücün üzerine genelde aşağıda verilen oranlarda emniyet payı eklenmektedir:

P ≤ 1.5 kW'lık mil güçleri için %15 ( x 1.15)  
P = 15 kW'lık mil güçlerine kadar %10 ( x 1.1)  
P > 15 kW'lık mil güçleri için %5 ( x 1.05)

Elektrik motorlarına ait kataloglarda verilen anma güç değerlerinin, çevre sıcaklığı 40°C'yi geçmeyen, deniz seviyesinden 1000 m'ye kadar yüksekliklerde, şebeke anma gerilimi 220/380–380/660 Volt olan ve gerilim dalgalanmaları ±%5'den daha yüksek olmayan şebekeler için geçerli olduğu unutulmamalıdır.

Santrifüj pompaların motorları 2900, 1450 ve 990 d/d olmak üzere üç ayrı devir hızı seçeneğinde sunulmaktadır. 2900 d/d devir hızlı motorlarla seçilmiş pompalar genelde daha küçük olabilmektedir. Daha az yer kaplaması, ilk yatırım ve işletim maliyetinin daha düşük olması bu türün avantajlarıdır. Ancak ses oluşumunu önemli olduğu uygulamalarda 1450 d/d devir hızlı motorlarla seçilmiş pompalara öncelik verilmelidir.

Inline ve monoblok pompaların ses seviyeleri  
pA (dB)\* (yaklaşık seviyelerdir)

| Motor Gücü kW | IL, BL, DL (tekli) 1450 d/d | DL (ikili) 1450 d/d | IL, BL, DL (tekli) 2900 d/d | DL (ikili) 2900 d/d |
|---------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| < 0.55        | 47                          | 50                  | 54                          | 57                  |
| 0.55          | 51                          | 54                  | 54                          | 57                  |
| 0.75          | 51                          | 54                  | 60                          | 63                  |
| 1.1           | 53                          | 56                  | 60                          | 63                  |
| 1.5           | 55                          | 58                  | 67                          | 70                  |
| 2.2           | 59                          | 62                  | 67                          | 70                  |
| 3.0           | 59                          | 62                  | 67                          | 70                  |
| 4.0           | 59                          | 62                  | 67                          | 70                  |
| 5.5           | 63                          | 66                  | 71                          | 74                  |
| 7.5           | 63                          | 66                  | 71                          | 74                  |
| 11            | 65                          | 68                  | 74                          | 77                  |
| 15            | 65                          | 68                  | 74                          | 77                  |
| 18.5          | 71                          | 74                  | 74                          | 77                  |
| 22            | 71                          | 74                  | 76                          | 79                  |
| 30            | 72                          | 75                  | 79                          | 82                  |
| 37            | 73                          | 76                  | 79                          | 82                  |
| 45            | 73                          | 76                  | -                           | -                   |
| 55            | 74                          | 77                  | -                           | -                   |
| 75            | 72                          | -                   | -                           | -                   |
| 90            | 70                          | -                   | -                           | -                   |
| 110           | 72                          | -                   | -                           | -                   |
| 132           | 72                          | -                   | -                           | -                   |
| 160           | 72                          | -                   | -                           | -                   |
| 200           | 73                          | -                   | -                           | -                   |

### Genel Bilgiler

| Norm pompaların ses seviyeleri pA (dB)*<br>(yaklaşık seviyelerdir) |          |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| kW                                                                 | 1450 d/d | 2900 d/d |
| < 0.55                                                             | 52       | 55       |
| 0.75                                                               | 53       | 58       |
| 1.1                                                                | 54       | 58       |
| 1.5                                                                | 54       | 61       |
| 2.2                                                                | 57       | 62       |
| 3                                                                  | 58       | 64       |
| 4                                                                  | 58       | 67       |
| 5.5                                                                | 63       | 70       |
| 7.5                                                                | 64       | 71       |
| 11                                                                 | 67       | 74       |
| 15                                                                 | 68       | 75       |
| 18.5                                                               | 67       | 76       |
| 22                                                                 | 67       | 77       |
| 30                                                                 | 69       | 78       |
| 37                                                                 | 68       | 74       |
| 45                                                                 | 68       | 74       |
| 55                                                                 | 68       | 78       |
| 75                                                                 | 70       | 80       |
| 90                                                                 | 70       | 80       |
| 110                                                                | 72       | 82       |
| 132                                                                | 72       | 82       |
| 160                                                                | 72       | 82       |

\*motor yüzeyinden 1 metre mesafeye yerleştirilmiş bir test plakasında ölçülen ses basıncı seviyesinin hacimsel mutlak değeri