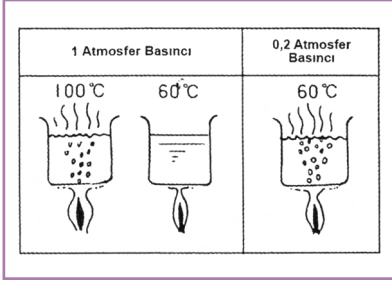
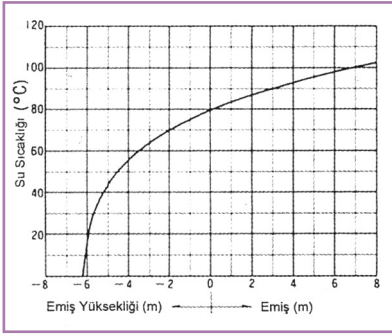


17.8 POMPALARDA KAVİTASYON



Şekil → 17.35



Şekil → 17.36

Su normal atmosfer basıncında, 100°C'de kaynar. Bununla beraber, basıncın 0,2 atmosfer düürülmesi halinde, suyun 60°C'de de kaynatılması mümkündür. Basıncın daha da düşürülmesi durumunda ise, su daha düşük bir sıcaklıkta kaynayacaktır. KAYNAMA sıvının buhar formuna geçmesi anlamına gelmektedir. Kaynama noktasındaki basınç "doymuş buhar basıncı" olarak ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle; suyun 100°C'deki doymuş buhar basıncı 1 atmosfer (10,3 m Aq)'dir. 60°C'de ise bu değer 0,2 atmosfer (2m Aq)'dur.

Pompa suyu basarken; suyun fana girmesi ile birlikte basınç da düşer. Bu nokta, basıncın en düşük olduğu noktadır. Giriş basıncının, pompalanan suyun doymuş buhar basıncından daha düşük olması halinde de sıvı kaynamaya başlar ve buhar fazına geçer.

Bu buhar kabarcıkları, fan üzerinde basınç artışının olduğu bölüme gelerek orada sönerler. Bu durum titreşim ve gürültü gibi problemlere sebep olur ve neticede pompa performansında ciddi düşüşler meydana gelir. Bu olaya KAVİTASYON denir. Kaviteasyonun sürekli olarak tekrarlanması ise, fan ve pompa gövdesinde hasar meydana getirir.

Pompanın kaviteasyona maruz kalmasının engellenmesi için, aşağıdaki formülün kullanılması gerekmektedir.

$$\text{Mevcut NPSH} > \text{İstenen NPSH}$$

Mevcut NPSH borulama, su miktarı, sıvının sıcaklığı gibi birtakım faktörlerle belirlenmektedir. Mevcut NPSH'in hesaplanmasının amacı, herhangi bir kaviteasyon problemi ile karşılaşılmeden pompanın verimli olarak çalıştırılabileceği basınç miktarının belirlenmesidir.

$$\text{Mevcut NPSH} = H_a - h_s - h_e - h_v^*$$

Buna karşın (pompanın kendisi tarafından belirlenen) istenen NPSH miktarı ise, suyun fana girebilmesi için gerek duyulan yüksekliği ifade eder.

Bu sebeple **Mevcut NPSH > İstenen NPSH** formülünün gerçekleşmesi halinde, kaviteasyon problemi ile karşılaşılmaz.

Sıvı sıcaklığının nispeten yüksek olduğu veya emiş yüksekliğinin fazla olduğu hallerde pompanın kurulması durumunda, bu konu ile ilgili çalışma yapılması önerilmektedir.

* H_a = Atmosfer basıncı

h_s = Emiş yüksekliği

h_e = Emişteki yük kaybı

h_v = Doymuş buhar basıncı

Pompa seçiminde ve pompanın emiş şartlarının belirlenerek yerleşim planının yapılmasında önemle dikkate alınması gereken diğer bir hususta, performans eğrilerinin alt kısımlarında gösterilen pompanın NPSH karakteristiğidir.

Katalogta gösterilen bu değerler, gaz ve hava kabarcıklarından arınmış temiz su için geçerlidir. Kullanım emniyetinin yükseltilmesi ve pompanın kavitasyon riskinin azaltılabilmesi için katalogta gösterilen NPSH değerlerinin en az 0,5 m. artırılarak kullanılması doğru olacaktır.

Net pozitif emme basıncı diye isimlendirilen NPSH değeri, bir pompanın öngörülen işletme değerinde kavitasyonsuz ve verimli bir şekilde çalışabilmesi için, pompanın emiş ağzında var olması gereken asgari nominal su basıncını ifade etmektedir.

Akışkanın sıcaklığı kavitasyon oluşumunda diğer bir faktördür. Sıcaklık arttıkça kavitasyon riski yükselmektedir.

Bu durum akışkanın buharlaşma basıncı ile ilgilidir. Akışkanın buharlaşmaması için gerekli olan asgari basınç akışkanın sıcaklığı ile birlikte artmaktadır.

Örneğin;

20°C'deki suyun buharlaşmaması için pompanın emiş ağzında varolması gereken asgari basınç

$p_d = 0.02337$ bar (~ 0.2 m) iken,

85°C'deki suyun buharlaşmaması için gereken asgari basınç

$p_d = 0.5780$ bara (~ 5.78 m) yükselmektedir.

Dolayısı ile yüksek sıcaklıktaki akışkanların pompanlanmasında atmosfere kapalı tank sistemine geçilerek, tankın ayrıca basınçlandırılması ($p_{atm} + p_d$) gerekli olabilir.

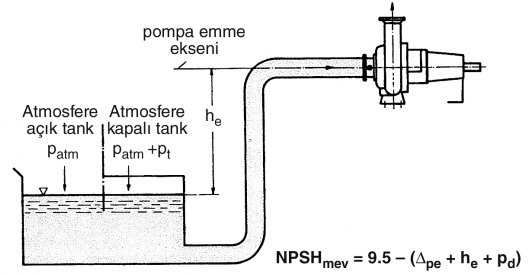
Yandaki buharlaşma basıncı tablosu, değişik sıcaklıklardaki suyun buharlaşmaması için gerekli olan asgari basınç değerlerini göstermektedir.

Özellikle akışkan seviyesinin pompanın emiş ağzına nazaran daha düşük olduğu emiş yapılar çalışılacak durumlarda veya akışkan sıcaklığının 45°C'den daha yüksek olduğu uygulamalarda; sistemin depo yerleşimi ve emiş hattı özelliklerinden kaynaklanan mevcut NPSH değerinin, pompanın problemsiz çalışabilmesi için gerekli olan NPSH değerini sağlayıp sağlayamayacağı konusunda firmamıza danışılarak alınması gereken önlemlerin tartışılması faydalı olacaktır.

Problemsiz bir işletim için

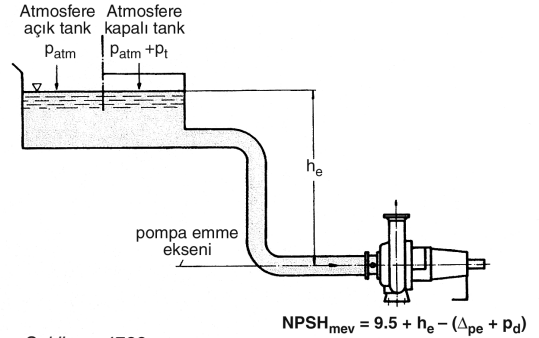
$$NPSH_{mevcut} > NPSH_{pompa}$$

olmalıdır.



Şekil → 1737

Atmosfere açık tanklı uygulamalarda atmosfer basıncının yaklaşık 9.5 mSS olduğu varsayımıyla, sistemin mevcut NPSH değerini hesaplariken emiş hattı direnç kayıplarının toplamı Δp_e , emiş derinliği h_e ve akışkanın buharlaşma basıncı p_d formüllerde gösterildiği gibi dikkate alınmalıdır.

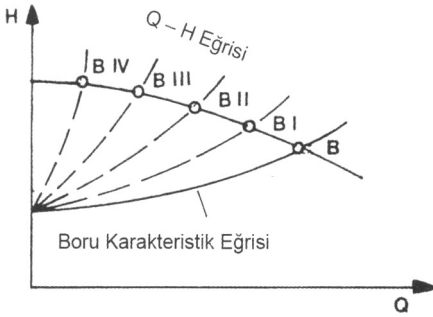


Şekil → 1738

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

Tablo → 173

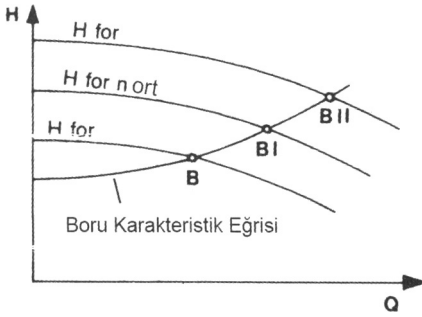
DEBİNİN AYARLANMASI



Şekil → 17.39

A) Kısmi Vanasının Kullanılması:

Boru hattı üzerine yerleştirilen kısma vanasının azar azar kısılması, boru hattının üzerindeki sürtünme kayıplarını da arttırmaktadır. Bu durum ise, soldaki grafikte de görüldüğü üzere, pompanın karakteristik eğrisinde sürekli bir değişikliğe sebep olmaktadır ve Q - H çalışma noktası da B'den B IV'e doğru hareket etmektedir.



Şekil → 17.40

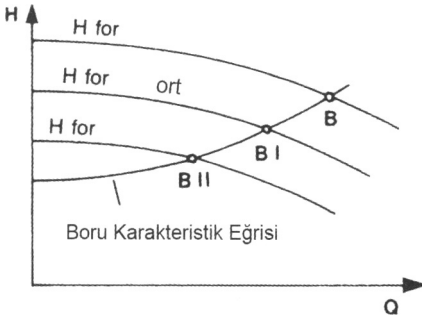
B) Pompa Hızının Değiştirilmesi:

Enerji - dönüşümü verimi ile ilgili olarak, debinin ayarlanmasında kullanılan en iyi yöntem pompa hızının değiştirilmesidir. Sol taraftaki grafikte de görüldüğü üzere; pompa hızının değiştirilmesi (n); çalışma noktasının eğri üzerinde B ve B II arasında yer değiştirmesine sebep olmaktadır.

$$\text{Debideki değişim, } Q: Q_x = Q \cdot \frac{n_x}{n}$$

$$\text{Deşarj Yüksekliğindeki Değişim, } H: H_x = H \cdot \left(\frac{n_x}{n}\right)^2$$

$$\text{Enerji Tüketimindeki Değişiklik, } P: P_x = P \cdot \left(\frac{n_x}{n}\right)^3$$



Şekil → 17.41

C) Farklı Çaplarda Fanların Kullanılması:

Farklı çaplarda fanların kullanılması sureti ile, belirli bir motor tahrik hızı için, ilgili santrifüj pompanın çıkış gücünde (debi x basma yüksekliği) değişiklik yapılabilmektedir. Sol taraftaki grafikte de görüldüğü üzere; fan çapının (D) değiştirilmesi, pompa çalışma noktasının eğri üzerinde B ve B II arasında yer değiştirmesine sebep olmaktadır.

$$\left(\frac{D}{D'}\right)^2 \approx \frac{Q}{Q'} \approx \frac{H}{H'}$$

$$D' \approx D \cdot \sqrt{\frac{Q'}{Q}} \approx D \cdot \sqrt{\frac{H'}{H}}$$