

5. SANTRİFÜJ POMPALARDA TEORİK ESASLAR

5.7.2.5. Pompa veriminin saptanması ve pompa karakteristik eğrilerinin çizimi

Pompa verimi; pompanın suya verdiği gücü (hBG), pompanın yuttuğu güce (fBG) oranlanmasıyla bulunur.

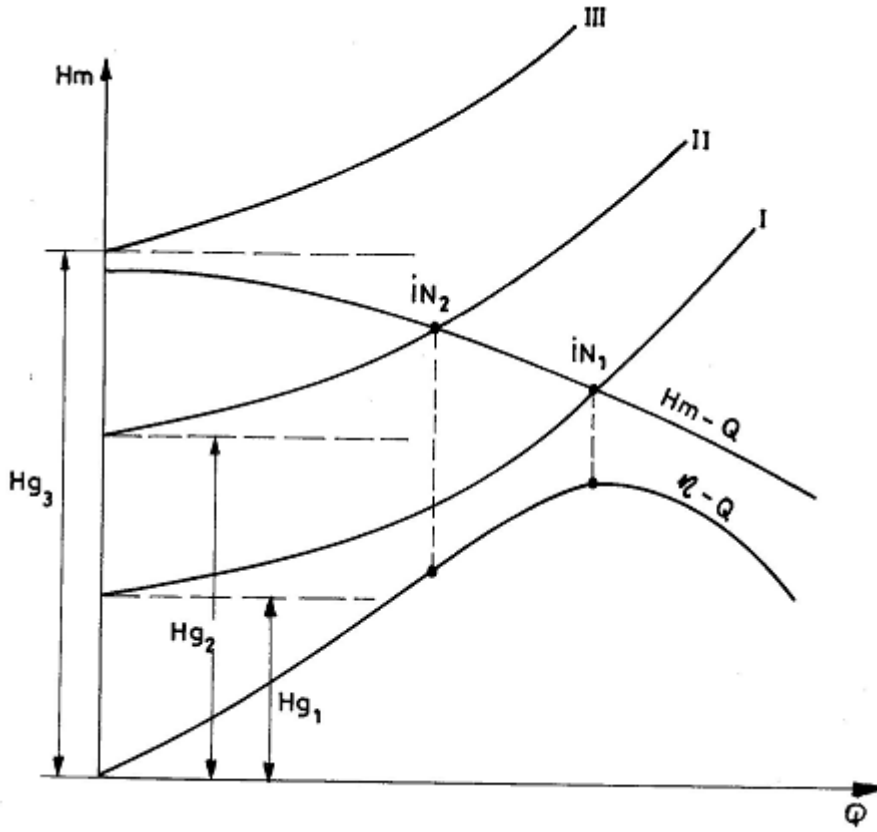
$$\text{Verim } (\eta_p) = \frac{hBG}{fBG}$$

Verimin hesaplanması için gerekli değerlerden fBG'nin hesaplanması daha önce gücün ölçülmesinde anlatılmıştı. Diğer değer olan pompanın suya verdiği hidrolik güç; verdi, manometrik yükseklik ve suyun özgül ağırlığına göre bulunur.

$$hBG = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{75}$$

Denemelerde saptanan verdi değerleri ve verdi değeri için bulunan manometrik yükseklik değerleri yukarıdaki formülde yerine konularak pompanın verdiği güç değerleri bulunur. Daha sonra bunlar her verdi değeri için bulunan pompanın yuttuğu güç (fBG) değerlerine oranlanarak, ölçüm yapılan noktalar için verim değerleri saptanır. Denemelerde elde edilen değerler bir çizelgede toplanarak pompanın karakteristik eğrileri çizilir.

Pompanın karakteristik eğrileri; pompaj tesislerinde pompa seçimine yardımcı olur. Bunun için karakteristik eğriler ile tesis yük kaybı (sistem sürtünme) eğrisi aynı ölçekle aynı koordinat sistemine çizilir (Şekil 5.30).



Şekil 5.30. Pompa karakteristik eğrileri ile tesis yük kaybı eğrilerinin Birleştirilmesi (Tezer 1978).

Pompanın (H_m-Q) eğrisi ile tesis yük kaybı eğrisinin kesim noktası **işletme** ya da **çalışma noktası** adını alır ve bu nokta pompanın yüksek verim noktasında ya da yakınında olmalıdır.

5.7.2.6. Santrifüj pompalarda işletme hızı değişiminin pompa karakteristiklerine etkisi

Bir santrifüj pompa, belirli bir çalışma hızı, verdi ve manometrik yükseklik değerlerine göre projelenir. Bu koşullarda pompanın verimi maksimumdur. Pompa karakteristikleri, çalışma hızındaki işletme noktasına ait değerdir. Fakat pompanın geometrik ölçüleri aynı kalmak koşuluyla, işletme hızı değiştirilerek çeşitli verdi-yükseklik koşullarına uydurulabilir. Bu durum özellikle herhangi bir pompanın tesis koşullarında yüksek verimle çalışacağı noktanın saptanmasında önemlidir. Bunun yanında kuvvet kaynağı ile pompa arasında hız uyumsuzluğu bulunduğu zaman, bu uyumsuzluğun pompa karakteristiklerinde yaratabileceği değişikliklerin de bilinmesi gerekebilir.

Projelendiği işletme hızındaki karakteristikleri belli bir santrifüj pompanın, değişik hızla çalıştırılması halinde karakteristiklerindeki değişim

belirli ilişkilere göre saptanır. Bu ilişkiler, işletme hızının \pm % 10 değişim sınırları için geçerlidir. İşletme hızındaki değişimlerde, karakteristiklerdeki değişimler aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{H_{m1}}{H_{m2}}} = \sqrt[3]{\frac{fBG_1}{fBG_2}}$$

Burada (1) indisleri işletme noktasındaki değerleri, (2) ise yeni değerleri belirtmektedir.

Yukarıdaki eşitliklere göre santrifüj pompada verdi işletme hızı ile doğru orantılıdır. Manometrik yükseklik, işletme hızının karesi ile, fren gücü ise hızın küpü ile orantılı olarak değişir. Bu değişimlerde verim değerinin sabit kaldığı kabul edilmektedir.

Santrifüj pompalarda işletme hızı değiştirildiği gibi, pompanın karakteristikleri çark dış çapı değiştirilerek de yeniden düzenlenebilir. Çarkın dönme hızı sabit tutularak çarkın dış çapı bir tezgahta işlenerek azaltılırsa, hızdaki değişime benzer şekilde karakteristikler de değişir. Çark dış çapı % 20 oranında azaltılabilir. Daha fazla değiştirme verime etki eder. Çark dış çapı (D) ile, işletme değerleri (1) indisi ve yeni değerler (2) indisi ile gösterilirse:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{H_{m1}}{H_{m2}}} = \sqrt[3]{\frac{fBG_1}{fBG_2}}$$

eşitlikleri yazılabilir. Pompa gövdesi içerisine farklı çaplı çarklar takılarak sabit işletme hızı için Şekil 5.31'deki gibi pompanın karakteristikleri çizilebilir.

5.7.2.7. Santrifüj pompaların paralel ve seri çalışmalarında karakteristik eğrilerin durumu

Paralel düzenlemede tesis verdisinin ayarlanması, pompaların işletme devresine alınıp alınmaması ile yapılabilir. Pompalar ayrı ayrı emme borularından alır ve birleşik bir basma borusuna suyu iletirler. Paralel çalışmada pompalar aynı veya farklı karakteristiklere sahip olabilir. Aynı karakteristiğe sahip pompaların kullanılması genellikle işletme kolaylığı yönünden istenir. Farklı karakteristiğe sahip pompaların paralel düzenlenmesinde işletme koşulları ayrıntılı olarak incelenmelidir. Pompaların paralel halde düzgün çalışabilmeleri için, çalışma noktalarının (H_m -Q) eğrisinin alçalan kesimlerinde bulunması yararlıdır.

Pompaların paralel bağlanmasında, birleşik (müşterek) (H_m -Q) eğrisinin bulunması için belirli bir manometrik yükseklik değeri için verdiler toplanır. Şekil 5.34'de farklı karakteristiğe sahip iki pompanın paralel çalıştırılmasında birleşik (H_m -Q) eğrisinin elde edilişi görülmektedir.

Şekilde (CD) eğrisi (A) pompasının (EF) eğrisi de (B) pompasının (H_m -Q) eğrisidir. Birleşik (H_m -Q) eğrisini elde edebilmek için (H_{m1}) manometrik

yükseklik değerinden yatay bir doğru çizilir. Bu doğrunun pompa eğrilerini kestiği (G) ve (H) noktaları saptanır. Daha sonra bu noktalara ait (Q_{A1}) ve (Q_{B1}) verdileri toplanarak (P) noktası elde edilir. (H_{m2}) manometrik yükseklik değerinde verdiler (Q_{A2}) ve (Q_{B2}) değerleri toplanarak (K) noktası elde edilir. Elde edilen bu noktalar (P ve K) birleştirilerek birleşik (H_m-Q) eğrisi elde edilir. Şekilde görüldüğü gibi (B) pompası, (A) pompasının basıncı, (M) noktasına (bu nokta B pompasının verdisinin sıfır olduğu durumdaki H_m maksimum basıncıdır) düşünceye kadar sisteme hiç su basamayacaktır. İki pompanın bastığı su miktarı, belli bir basınç için bu basınçta herbir pompanın ayrı ayrı basabilecekleri verdilerin toplamıdır. Tesis yük kaybı eğrisi Şekildeki gibi olduğunda bu sistemde birlikte çalışma halinde ise tesis yük kaybı eğrisi ile birleşik (H_m-Q) eğrisinin kesim noktası pompaların işletme noktasını vermektedir. İşletme noktasındaki verdi değeri (Q_i), (A) pompasının verdisi (Q_{Ai}) ile (B) pompasının verdisinin (Q_{Bi}) toplamına eşittir.

Aynı karakteristiklere sahip pompaların paralel çalışmasında birleşik (H_m-Q) eğrisinin elde edilişi Şekil 5.35'de görülmektedir. (AB) eğrisi, eğrileri aynı olan pompaların (H_m-Q) eğrisidir. Birleşik (H_m-Q) eğrisini elde edebilmek için, (H_{m1}) manometrik yükseklik değerinden yatay bir doğru çizilir. Bu doğrunun pompanın eğrisini kestiği (C) noktası saptanır. Bu noktadaki verdi değerinin iki katı alınarak (D) noktası bulunur. Aynı Şekilde (H_{m2}) ve (H_{m3}) manometrik yükseklik değerlerinden çizilen doğruların pompa eğrisini kestiği (E) ve (G) noktalarındaki verdiler toplanarak (F) ve (H) noktaları elde edilir. Elde edilen bu noktalar (H, F ve D) birleştirilerek pompaların birleşik (H_m-Q) eğrisi elde edilir. İki pompanın birlikte çalışması halinde, her bir pompanın işletme noktası ayrı ayrı bulunabilir.

Bunun için tesis yük kaybı eğrisi ile birleşik (H_m-Q) eğrisinin kesim noktası bulunur. Bu noktadaki verdi ($Q_i = 2 \cdot Q_p$) ve her bir pompanın verdisi (Q_p) olacaktır. Pompaların tek tek çalışması halinde ise işletme noktasındaki (I_N) verdisi (Q_1) değerini alacaktır.

Suyun yüksek noktalara çıkarılmasının gerektiği hallerde birkaç pompa seri halde çalıştırılır (Şekil 5.36). Seri çalışma durumunda aynı karakteristikte

sahip pompaların kullanılması yararlıdır. Seri çalışmada verdi sabit, manometrik yükseklik değişir. Pompaların seri bağlanmasında birleşik (H_m-Q) eğrisi belirli bir verdi değeri için, manometrik yükseklikler toplanarak bulunur. Şekil 5.37 pompaların seri çalışması durumunda birleşik karakteristik eğrinin elde edilmesini göstermektedir. Birleşik eğriyi bulmak için, belirli bir verdi değerinden dik çıkılır ve bu doğrunun pompanın (H_m-Q) eğrisini kestiği noktalar (Şekilde 1, 2, 3 ve 4 noktaları) bulunur. Sonra bu verdi için sağlanan manometrik yükseklik toplanarak noktalar (Şekilde 1', 2', 3' ve 4' noktaları) elde edilir. Bu şekilde değişik verdi değerleri için elde edilen noktaların geometrik yeri birleşik eğriyi verir.

Tesis yük kaybı eğrisi (sistem sürtünme eğrisi) Şekildeki gibi olursa, pompaların seri çalışması halinde işletme noktasındaki karakteristikleri (Q_i) ve (H_{mi})'dir. Görüldüğü gibi işletme noktasında verdi her iki pompa için de sabit kalmakta fakat manometrik yükseklikler toplanmaktadır.