

HİDROLİK ASANSÖR TAHRİK SİSTEMLERİNDE GÜÇ GEREKSİNİMİ, VERİMLİLİK, ISI OLUŞUMUNUN NEDENLERİ VE ÖNLEYİCİ YÖNTEMLER

Turhan ALTINÖRS, Makina Mühendisi
Bucher Hidrolik Sistemleri Tic. Ltd. Şti. Tel:0.212.659 04 88
bucher.hidrolik@isbank.net.tr

ÖZET

Hidrolik asansör tahrik sisteminin, teorilerin tek başına yeterli olmadığı ve deneylerle tamamlanması gerektiğini gösteren en güzel fizik örneklerinden biri olduğum inancındayım. Burada fiziğin, statik, kinetik, akışkanlar mekaniği, termik, rezonans ve ses gibi bir çok dalını bir arada ve birbirleriyle bağlantılı görmemiz mümkün olmaktadır. Bunun özellikle bu konularda eğitim alan üniversite öğrencileri ya da bu konuda uzmanlaşmak isteyen meslektaşlarımız için önemli bir fırsat yarattığına inanıyorum.

Bu çalışmada hidrolik sistemlerde oluşan ve zaman zaman önemli işletme sorunlarına ve kayıplara yol açan ısı oluşumları, oluşma sebepleri ve bunların en aza indirilebilmesi için yapılabilecekler üzerinde durulmuştur.

GİRİŞ

Bu çalışmada hedeflenen, hidrolik asansörleri klasik halatlı asansörler ile belli ölçütler çerçevesinde kıyaslamak ve birinin diğerine olan üstünlüğünü ya da zayıf taraflarını vurgulamak olmadığı, daha çok hidrolik asansörlerde ısının nasıl oluştuğunu ortaya çıkarmak ve ısının oluşumunu engellemek ya da azaltmak hedefiyle yapılması gereken çalışmalara yön vermektir. Aynı zamanda enerji tüketimi ile ilgili konular da kaçınılmaz olarak gündeme getirilecektir.

Hidrolik denince ilk akla gelen, sanayide kullanılan ve büyük ve esnek güç aktarımları için öngörülen bir tahrik sistemidir. En sık görülen uygulamalarını da sektörden çoğumuzun yakından tanıdığı kesme, bükme, düzeltme tezgâhları ile hidrolik presler ve otomasyon sistemleri oluşturmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan hidroliklerde genelde yüksek basınç ve düşük yağ debisi uygulanmaktadır. Dolayısıyla tesisat kesitleri genel olarak DN16'yı (1/2") geçmez. Isı oluşumu hatlardaki oldukça küçük kesitlere ve yüksek basınçlara rağmen düşük yağ hızı ve hareket sayısı nedeniyle soğutucu gerektirecek bir düzeye genelde ulaşmaz.

Türkiye'de, asansör sektöründe hidrolik kelimesiyle tanışmamız ise yaklaşık 1980'li yıllara dayanır. Asansör sektöründe çalışan insanlar olarak kimimiz korkuyla, kimimiz heyecanla ve cesaretle, çoğu zaman da kulaktan dolma bilgi ve nasihatler eşliğinde yaklaşmışızdır bu tür projelere. Konuyla ilgili ne bir kurumdan, ne de bir bilimsel veya teknik dokümandan ya da bu konuda uzman olduğuna inandığımız bir kişiden faydalanma şansımız olmamıştır. Başarılı olduğumuzda hidrolik sistemi göklere çıkarmış, başarısızlığımızın suçlusu olarak da genelde hidroliği göstermişizdir.

Bu yaklaşık 25 sene içinde çok yol kat edip uzmanlaşan meslektaşlarımız olduğu gibi, hala deneme yanılma metotları ile başarıya ulaşmaya çalışan asansörcü arkadaşlarımızın varlığını da inkâr etmemiz mümkün değildir.

HİDROLİK ASANSÖRLERİN KULLANIM ALANLARI

Hidrolik asansörlerin kullanım alanları, genelde düşük ve orta irtifalı yük asansörleri, hasta asansörleri ve makine dairesinin bodrum katının herhangi bir bölgesine konulabildiği, ya da diğer herhangi bir katta olabildiği, çatıda çirkin görünümlü makine dairesinin istenmediği villa ve apartmanlardan oluşmaktadır. Burada seçimin hidrolik asansörden yana kullanılmasının nedeni, bilinen avantajlarının yanı sıra, kullanım yoğunluğunun çok fazla olmayışı ve de irtifanın genelde 6-7 katı geçmemesidir.

Hidrolik asansörler, enerji maliyetlerinin halatlı asansörlere oranla daha yüksek olmasına karşın, tesis maliyetlerinin, servis giderlerinin ve de yedek parça gereksiniminin daha az olması nedeniyle tercih edilmektedirler.

Yoğun işletmelerde ise hem enerji maliyetleri daha belirgin bir şekilde artmakta ve de hidrolik yağın aşırı ısınması sistemin devre dışı kalmasına yol açabilmektedir.

UYGUN TAHRİK SİSTEMİNİN SEÇİMİ

Son kullanıcıyı daha çok ilgilendiren, belirli bir yükün belirli bir sürede bir koddan diğer bir koda çıkarılabilmesi işidir. Bunun ne şekilde yapılacağı daha çok konunun uzmanı kişi ve kuruluşlar tarafından belirlenir ve mümkün olduğunca alternatifli bir şekilde son kullanıcıya önerilir.

Bu arada belki de hayatında ilk kez asansör yaptıran bir kişinin teknik konuları eksiksiz bilmesi beklenemez. Örneğin, motor gücünün, kaldırılacak toplam yük ve seyir hızıyla düz orantılı arttığı gerçeğinden yola çıkarak, belki de tesisteki kurulu güç potansiyelini de dikkate alarak kapasitenin ya da seyir hızının düşürülmesi, asansör yapımcısı tarafından öneri olarak gündeme getirilebilir ve getirilmelidir.

En uygun sistemin seçilmesi ardından detaylı hesaplar yapılarak, deneylerle belirlenmiş verimlilik, katsayılar, basınç kayıpları ve dış etkenler de dikkate alınarak sistemde kullanılacak elemanların fiziksel özellikleri belirlenir.

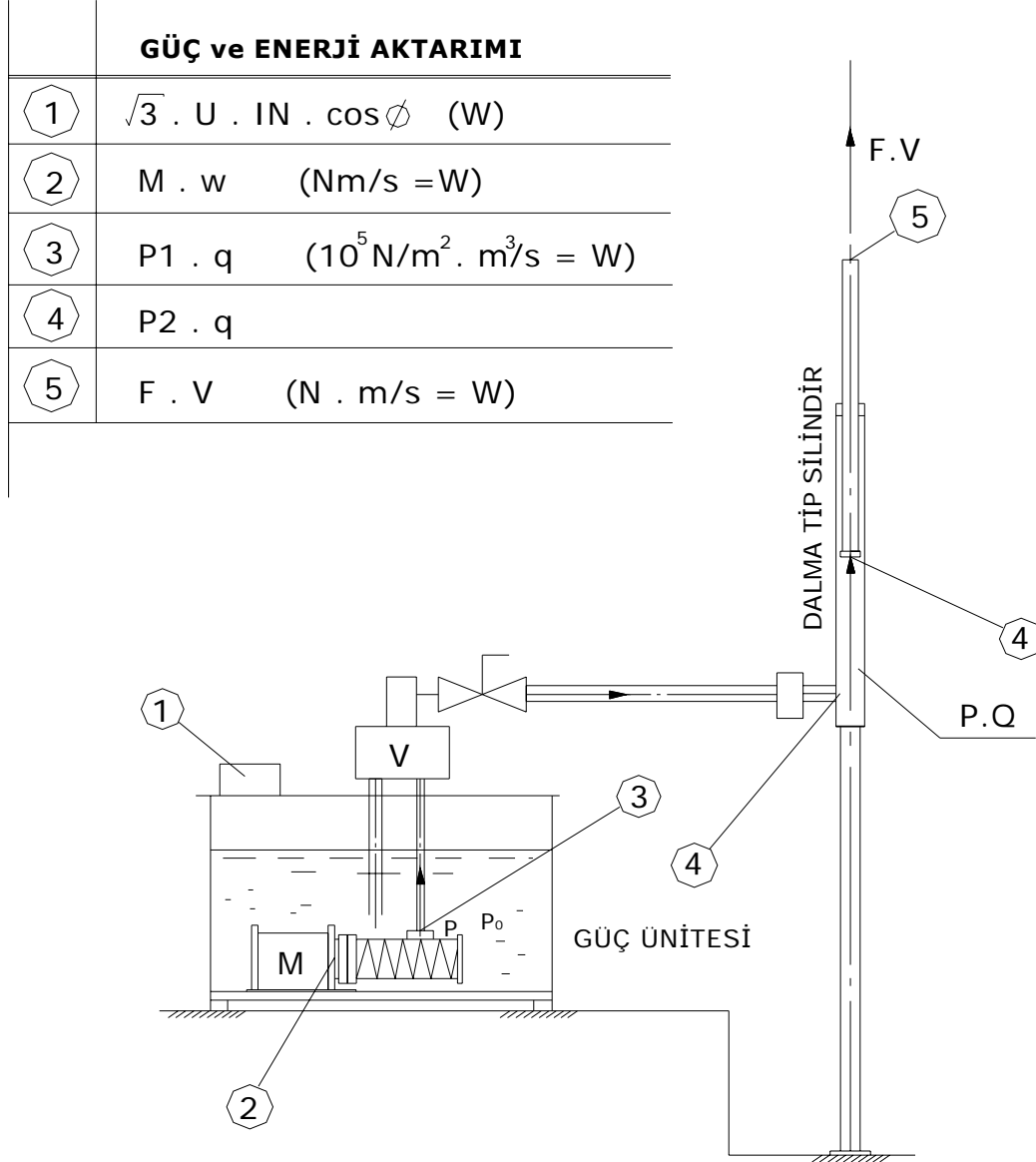
Bu işlemler genelde hidrolik sistemi üreten firmaların hesaplama programlarının yardımıyla yapılır ve asansörcüye tahrik sisteminin seçimi dışında fazla bir tercih hakkı bırakılmaz. Bu nedenle asansörcünün tahrik sistemini seçmeden önce asansörden istenilen tüm özellikleri çok iyi değerlendirip bu seçimi yapması, ileride yaşanabilecek olumsuzlukların önlenmesi anlamına gelir. Teknolojinin sınırlarının zorlanması ise çoğu kez istenmeyen sonuçlara yol açmaktadır.

HİDROLİK ASANSÖR TAHRİK SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

GÜÇ VE ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Belli bir yükün, belli bir yüksekliğe çıkarılması için sisteme belli bir enerji girişi sağlanmalıdır. Bu enerji girişinin başlangıç noktası elektrik motorudur ve de enerji şekli

“elektrik enerjisi”dir (1). Bu enerji, motorun çıkış milinde ya da pompanın vidasında “mekanik enerji”ye (2) dönüşür. Pompa çıkışında ise elimizdeki enerji şekli, belli bir basınca sahip “hidrolik enerji”dir (3). Bu enerji şeklide piston kolunda (mil) yeniden mekanik enerjiye (4) dönüşür ve asansörün yukarı yönde hareketini sağlar. (Şekil-1)



Şekil-1

Bu enerji dönüşümleri sırasında enerji kayıpları oluşur. Bu kayıplar daha doğru olarak “enerjinin özellik değişikliğine uğraması” olarak tanımlanabilir. Çünkü bilindiği gibi enerji yok olmaz ve ancak başka bir özelliğe dönüşür. Elektrik enerjisi mekanik enerjiye ancak motorun verim oranı kadar dönüşürken, kalan kısmı direnç ve sürtünme (elektrik, mekanik ve hidrolik) sonucu ısıya dönüşür.

Aynı şekilde mekanik enerjinin hidrolik enerjisine dönüşümünde pompadaki volümetrik (sızıntı) ve sürtünme kayıpları da gene ısı olarak sistemdeki yerini alır.

Daha sonra da sırasıyla valf bloğu, hortum ve rakorlar, boru kırılma valfi ve silindirde (özellikle keçe/mil sürtünmesi) oluşan basınç kayıpları ve taşıyıcı karkas patenlerinde, kasnak mili ile yatak arasındaki sürtünme kayıpları hidrolik enerjisinin ısı enerjisine dönüşen bölümünü kapsar.

Buna göre, belli bir yükün, yer çekimi kuvvetine ters yöndeki belli bir yüksekliğe taşınması için sisteme verilen besleme enerjisinin belli bir kısmı “iş” olarak kullanılmakta, ya da başka bir deyimle potansiyel enerjiye dönüştürülmekte, kalan bölümü ise ısı enerjisine dönüşmektedir.

Enerji (E) ve İş (W) kavramlarını şu şekilde tanımlayabiliriz.

“Enerji” cismin o an ki potansiyelini açıklar, “İş” ise bir eylemdir. Enerji potansiyeli olan bir cisim ancak hareket ettiği zaman iş üretir.

$$E_{\text{elekt}} = W(E_{\text{pot}}) + E_{\text{ısı}}$$

Olarak tanımlanabilir.

Ya da bunu sistemin verimliliği dikkate alarak tanımlarsak:

$$W(E_{\text{pot}}) = E_{\text{elekt}} \cdot \sum \eta$$

Şeklinde yazabiliriz.

Burada:

$$W(E_{\text{pot}}) = m \cdot g \cdot h$$

“m”: “h” yüksekliğine çıkarılan ağırlıkların toplamı [Kabindeki yük, kabin, kapı, taşıyıcı karkas, kasnak, halat, mil vs. gibi sabit ağırlıkların tamamı (½ sistemlerde mil ve kasnak ağırlığının yarısı alınır)].

g: yer çekimi ivmesi

“ $W(E_{\text{pot}})$ ” aynı zamanda depolanmış bir enerji olarak da tanımlanabilir (potansiyel enerji)

E_{elekt} = Elektrik motoru besleme enerjisi

$\sum \eta$ = Elektrik motoru dahil sistemin toplam verimliliği.

$$E_{\text{elekt}} \cdot \sum \eta = m \cdot g \cdot h \rightarrow \sum \eta = \frac{m \cdot g \cdot h}{E_{\text{elekt}}}$$

Buna göre sistemin toplam verimliliğini hesaplamak çok da zor değildir. Ölçmemiz gereken yalnızca tam yükte ve nominal hızdaki hareket süresince elektrik motorunu beslediğimiz elektrik enerjisinin miktarıdır. Hareket sonunda elde ettiğimiz potansiyel

enerjinin büyüklüğünü de bildiğimize göre (m·g·h) sistemin toplam verimliliğini hesaplamak bir bölme işleminden ibarettir.

Ancak bu çalışmada ayrıntılara da yer vererek konumuzu ve problemimizin kaynağını daha net görmemiz, problemlerin çözümü açısından önemlidir.

a) Elektrik motoru

Elektrik motorunun verimi üretici tarafından bilinmektedir ve bu değeri üreticiden almamız mümkündür. Ancak bunu motor üreticisinin etiket değerlerinden hesaplayarak da bulabiliriz. Tabi ki bu değer nominal yükteki değerdir ve motorun az ya da çok yükte çalışması verimlilik değerini az da olsa etkiler.

Örnek (üretici firma: ELMO):

Etiket bilgileri: 16 kW, 2780 devir/dk, 400V, 35 A, cosφ = 0,86

Burada:

UN = 400V, IN = 35A, Nominal devir nN = 2780 devir/dk, PN = 16 kW motorun nominal mekanik gücüdür.

$$\boxed{\text{Motorun elektrik gücü: } P1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot IN \cdot \cos\phi}$$

$$P1 = 1,73 \cdot 400 \cdot 35 \cdot 0,86 = 20,8 \text{ kW} \quad (1,73 = \sqrt{3})$$

$$\eta = PN / P1 = 16 / 20,8 = 0,77$$

Hidrolik asansörlerde kullanılan yağ altı motorlarının verimliliği işletme basıncına (yüke) bağlı olarak 25–50 bar arası basınç değerlerinde 0,80 ile 0,75 arası oynamaktadır. Düşük basınçlarda motorun verimliliği az da olsa artmaktadır.

$$\text{Motorun mekanik gücü: } P2 = P1 \cdot \eta_{Mot}$$

Motorun elektrik gücünün ısıya dönüşen kısmı ise P1 - P2

Ya da P1 · (1 - η_{Mot}) olarak yazılabilir.

Bizim sorunumuz olan ısı enerjisi işletme yağının içinde oluşan ısı enerjisidir. Paten/ray sürtünmesi, kasnak yatağı/mil sürtünmesi motor gücü hesaplarında dikkate alınır, ancak ısı hesaplarında, bizim problemimizin kaynağını oluşturmadığı için göz ardı edilebilir.

b) Pompa

Hidrolik asansörlerde kullanılan pompa türü vidalı pompadır. Düşük verimliliğine karşın bu pompanın kullanılmasının en önemli nedeni, bu tür pompalarda pulzasyon seviyesinin son derece düşük ve ses düzeyinin de örneğin dişli pompalara kıyasla çok daha az olmasıdır.

Verimliliğe gelince (volümetrik ve sürtünme kayıpları), bu pompalarda da motorlarda olduğu gibi basıncın artmasıyla birlikte azalır.

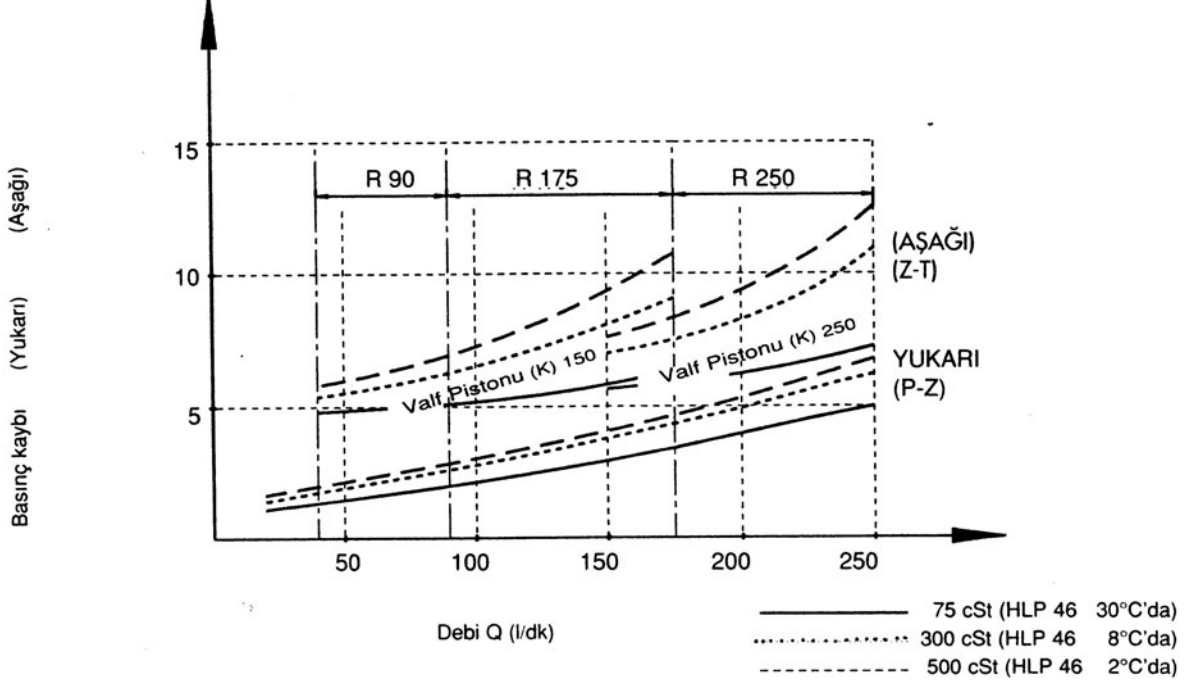
Bu değer, 25–50 bar arası işletme basıncı dikkate alındığında, 0,81 ile 0,77 arasında değişir.

Elektrik motorunun mekanik gücü, pompa çıkışında pompanın verimi oranında azalarak

$$P_{pompa} = P_2 \cdot \eta_{pompa} \text{ olur.}$$

Bu aynı zamanda pompanın çıkış basıncı ile debisinin çarpımına eşittir.

$$P_{pompa} = p \cdot q$$



Şekil-2

c) Valf grubu

Valf gruplarında, daha önce tanımladığımız verimlilik yerine basınç kaybı değerini kullanmamız daha doğru olur. Bu değerın büyüklüğü valf grubunun yapısıyla ilgili olmasının yanı sıra büyük ölçüde de işletme yağının o an ki viskozitesine ve debisine bağlıdır. Viskozite özellikle yağın ısınmasıyla birlikte hızlı bir şekilde düşer. Asansörümüzün de sabah saatlerinde ya da genel olarak yağın soğuk olduğu saatlerde çok daha büyük viskoziteli işletme yağı ve buna bağlı olarak daha büyük basınç kayıplarıyla çalışmasıyla birlikte, zaman zaman asansör hareketinin ayarlananın dışında seyrettiğine tanık oluruz. Bu durum dikkate alınarak işletme yağı viskozitesi işletme şartlarına ve oluşması olası işletme sıcaklığına uygun olarak belirlenmelidir.

Basınç kaybı değerleri ancak uzun süreli deneyler gerçekleştirilerek üretici firmalar tarafından saptanır ve ürün teknik dokümanlarında ısı (viskozite) ve debi (akış miktarı) değerlerine bağımlı eğriler olarak valf tiplerine göre gösterilir. Özellikle ısı, yağın viskozitesini yüksek derecede etkiler. Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi, HLP 46 yağın

viskozitesi 30°C de 75 cSt iken 8°C de 300 cSt olmaktadır. Buna göre 8°C sıcaklıktaki yağın iç direnci, 30°C sıcaklıktaki yağın iç direncinin 4 katıdır. Bu değerler yağ üreticilerinin kataloglarından temin edilebilir.

MOTOR GÜCÜNÜN HESAPLANMA YÖNTEMİ

Her ne kadar motor gücü de hesaplama programları tarafından seçiliyor olsa da, motor gücünün hangi özelliklere göre belirlendiğini bilmek ve de bu işlemi herhangi bir program kullanmadan yapabilmek sanırım her teknik eleman için önemli bir artı puandır.

Seyir hızı seçildikten sonraki aşama Güç hesabı için gerekli kuvvetlerin saptanmasıdır.

1. BÖLÜM: ASANSÖRÜN YUKARI YÖNDE HIZLANMA SÜRECİ

Asansör kabınınin yukarı yönde hızlanması sürecinde piston milinde gerekli olan aksiyon kuvvetini belirleyen en önemli reaksiyon kuvvetleri:

Bakınız Şekil 3 ve Şekil 4.

- 1) yer çekimi kuvveti $F_g = m \cdot g$
(bu kuvvet harekette ve duruş sırasında etkindir.)
 $m =$ kabin, kapı, taşıyıcı karkas, ½ oranında halat, kasnak, mil
ağırlığı ve taşınan yük toplam ağırlığı (kg)
 $g =$ yer çekimi ivmesi (9,81 m/s²)

- 2) hızlanma sürecinde ek olarak $F_a = m \cdot a$
 $a =$ hızlanma ivmesi

- 3) toplam sürtünme kuvvetleri $\sum F_{R1} = F_{R\text{ray/paten}} + F_{R\text{kasnak/mil}}$

Burada en önemli reaksiyon kuvvetleri olarak:

- 1) yer çekimi kuvvetini, 2) hızlanma için gerekli kuvveti sayabiliriz.

$$F_g + F_a = m \cdot g + m \cdot a = m (g+a)$$

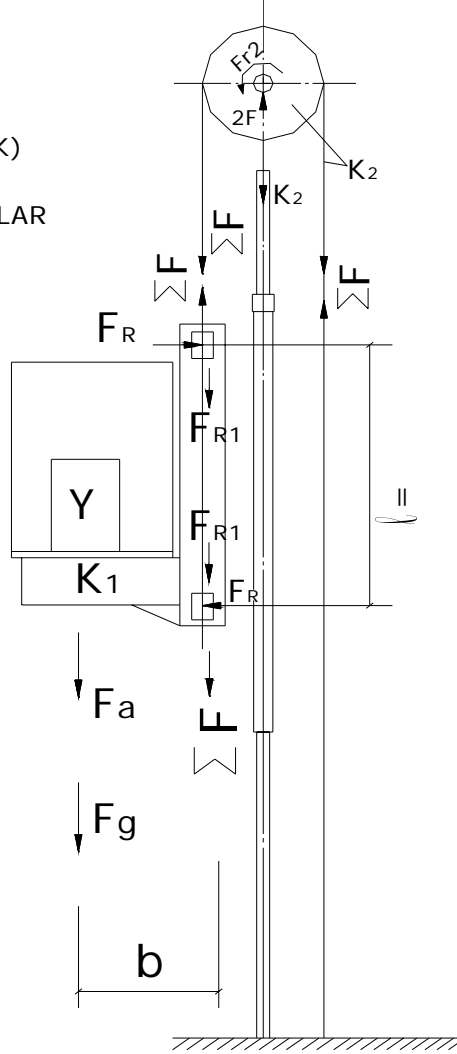
Hızlanma ivmesinin insan asansörlerinde yaklaşık 0,60 m/s² seçildiğini varsayarsak:

$$F_g + F_a \approx m \cdot 10,4 \text{ m/s}^2 \text{ olarak kabul edilebilir.}$$

Buna göre Asansörün belirlenmiş yük ve ivme ile hızlanması için Piston milinde gerekli aksiyon kuvveti indirekt (1:2) sistemler için:

$$F_{\text{mil}} = 2 (F_g + F_a + \sum F_{R1})$$

Y = KAPASİTE (YÜK)
K = SABİT AĞIRLIKLAR
m = Y + K



Şekil 3

FRray/paten

Ray Paten arasındaki sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, Patenler üzerinden raya etki eden kuvvetin büyüklüğüne ve de sürtünme katsayısına bağlıdır. Sürtünme katsayısı ise, hem ray yüzeyinin yapısı, hem kullanılan paten yağının ve de Paten olarak kullanılan malzemenin özelliklerine bağlıdır.

Burada sürtünme kuvvetlerini azaltmak amacıyla neden kılavuz makara kullanılmadığı sorusu akla gelebilir.

Kılavuz makaralar maliyet açısından çok daha pahalı olmalarının yanı sıra darbelere karşı da son derece hassastırlar. Ayrıca makara yüzeyine yapışan bazı parçacıklar seyir konforunu son derece kötü etkiler.

Kayma paten malzemesi olarak geliştirilen bazı PE (Polietilen) malzemeler son derece düşük sürtünme katsayıları (yağlı $< 0,07$) ve yüksek aşınma mukavemetleri sayesinde tüm olumsuzlukları bertaraf etmişlerdir.

Y = Yük (kapasite)

K_1 = Değişmez ağırlıklar (kabin, kapı, karkas).

K_1 hem motor gücü, hem de ray hesaplarında dikkate alınır

K_2 = Değişmez ağırlıklar ($\frac{1}{2}$ oranında kasnak ve mil ağırlıkları).

K_2 yalnızca motor gücü hesaplamasında dikkate alınır

m = toplam ağırlık (kg)

$$F_g = m \cdot g$$

$$F_a = m \cdot a$$

F_R = Raya dik etki eden kuvvet

$$F_{r1} = F_R \cdot \mu \text{ (paten sürtünme kuvveti)}$$

$$F_R = (F_a + F_g) \cdot b / l$$

Burada F_{r1} alt ve üst patende olmak üzere 2 kez etkilidir.

$F_{R_{kasnak/mil}} - F_{R_{kasnak/halat}}$

Kasnaklarda genelde rulmanlı yatak kullanılır. Ancak darbeli çalışma ihtimali varsa ya da kusursuz ve sürekli bir yağlanma sağlanabiliyorsa kayma yatak da kullanılabilir. Kayma yatak seçeneğinde oluşan mil/yatak sürtünme kuvvetleri çoğu kez göz ardı edilebilir düzeydedir.

Aynı şekilde kasnak yiv yüzeyi ile halat arasında oluşan sürtünme kuvvetleri de göz ardı edilebilir.

Ana konumuz dışında kalmaları nedeniyle bu sürtünme kuvvetleri bu çalışmada dikkate alınmayacaklardır.

2. BÖLÜM: ASANSÖRÜN YUKARI YÖNDE NOMİNAL HIZDA HAREKETİ SÜRECİ

Asansör kabininin nominal hızda yukarı yönde hareketinde reaksiyon kuvvetleri:

1) yer çekimi kuvveti $F_g = m \cdot g$

(bu kuvvet hem hareket sürecinde, hem de asansör kabini katta beklerken etkindir.)

m = kabin, kapı, taşıyıcı karkas, $\frac{1}{2}$ oranında halat, kasnak, mil

ağırlığı ve taşınan yük toplam ağırlığı (kg)

g = yer çekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2) toplam sürtünme kuvvetleri $\sum F_{r1} = (F_{R_{ray/paten}} + F_{R_{kasnak/mil}})$

3. BÖLÜM: ASANSÖRÜN YUKARI YÖNDE YAVAŞLAMA SÜRECİ

Asansör kabininin yukarı yönde hızlanması sürecinde piston milinde gerekli olan aksiyon kuvvetini belirleyen en önemli reaksiyon kuvvetleri:

1) yer çekimi kuvveti $F_g = m \cdot g$

(bu kuvvet harekette ve duruş sırasında etkindir.)

m = kabin, kapı, taşıyıcı karkas, $\frac{1}{2}$ oranında halat, kasnak, mil

ağırlığı ve taşınan yük toplam ağırlığı (kg)
g = yer çekimi ivmesi (9,81 m/s²)

2) yavaşlama sürecinde ek olarak $F_a = m \cdot (-a)$
a = yavaşlama ivmesi

3) toplam sürtünme kuvvetleri $\sum FR_1 = (FR_{\text{ray/paten}} + FR_{\text{kasnak/mil}})$

Burada en önemli reaksiyon kuvvetleri: 1) yer çekimi kuvveti, 2) yavaşlamada oluşan ve ters yönde etki eden ters ivme kuvvetidir.

$$F_g - F_a = m \cdot g - m \cdot a = m (g - a)$$

Yavaşlama ivmesinin de insan asansörlerinde yaklaşık 0,60 m/s² seçildiğini varsayarsak:

$$F_g - F_a \approx m \cdot 9,2 \text{ m/s}^2 \text{ olarak kabul edilebilir.}$$

Buna göre Asansörün belirlenmiş yük ve ivme ile yavaşlaması sırasında Piston milindeki gerekli aksiyon kuvveti:

$$F_{\text{mil}} = 2 (F_g - F_a + \sum FR_1)$$

yavaşlama sürecinde ters yönde olmak üzere: $F_a = m \cdot a$
a = yavaşlama ivmesi

Görüldüğü gibi asansörde gerekli en büyük kuvvet yukarı yönde hızlanma sürecindedir ve bu kuvvet motor gücü hesaplamalarında temel alınır.

Gerekli motor gücünün hesabı:

Motor verimliliği burada 2. planda kalmaktadır. Çünkü verilen Motor gücü, motorun mekanik gücüdür ve kullanılabilir gücü gösterir.

Asansörün belli bir toplam yükte (Y) ve belli bir hızda (v) hareket ettirilmesi için gerekli güç

$$P = F_{\text{mil}} \cdot \frac{1}{2} v : (\eta_{\text{pompa}} \cdot \eta_{\text{valf}})$$

$$F_{\text{mil}} = 2 (F_g + F_a + \sum FR_1)$$

η_{pompa} : Vidalı pompa verimliliği $\approx 0,77 - 0,81$,
 η_{valf} : Kontrol Valfi verimliliği $\approx 0,88 - 0,95$.

Bu değer hem yağın viskozitesine, hem de yağ debisi ve valf yapısına göre değişir. Yağın Viskozitesi ise hem seçilen yağın özelliklerine hem de yağın o anki ısısına bağlıdır. Gerçek verimliliği bulabilmek için kataloglardaki valf eğrilerine bakmak gerekir. Ancak bu da yalnızca yaklaşık bir değeri vermektedir.

Bu eğrilerde verimlilik yerine basınç kaybı değerleri verilmiştir. Buna göre maksimum yükte hesaplanan işletme basıncından yola çıkarak hesaplarımız için gerekli valf verimliliğini yaklaşık olarak bulabiliriz.

Örnek:

Asansör verileri:

$$Q = 400 \text{ kg, (kapasite)}$$

$$K = K_1 + K_2 = 600 \text{ kg}$$

$$v = 0,63 \text{ m/s (seyir hızı)}$$

$$\begin{aligned} F_{mil} &= 2 (F_g + F_a + \sum F_{R1}) = 2 \cdot (1000\text{kg} \cdot 10,4\text{m/s}^2 + 40\text{kg} \cdot 10,4 \text{ m/s}^2) \\ &= 21.632 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P = F_{mil} \cdot \frac{1}{2} v : (\eta_{pompa} \cdot \eta_{valf})$$

$$P = 21.632 \text{ N} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,63\text{m/s} : (0,80 \cdot 0,90) \approx 9,5 \text{ kW (yaklaşık gerekli motor gücü)}$$

Bu hesaplamada normal şartlarda ısıya çok fazla etkisi olmayan hortum ya da borulardaki basınç kayıpları valf verimliliğinde dikkate alınmıştır. Ancak hortum ya da boru uzunlukları 4-5 metre üzerine çıkması durumunda bu kayıpların da ek olarak dikkate alınması önerilir. Aşırı uzun hatlarda (> 10m) hortum ya da boru çapının büyütülmesi, böylece yağ akış hızının ve dolayısıyla basınç kayıplarının düşürülmesi doğru bir yöntem olacaktır.

Dikkat çekici başka bir konu ise verimlilik değerinin, motorun verimliliğini kapsamadığıdır. Elektrik motorunun mekanik gücü yerine besleme gücü dikkate alındığında motorun verimliliği de hesaplamaya eklenir ve toplam verimlilik 0,50 gibi ürkütücü rakamlara ulaşabilir.

Bu durum, enerji tasarrufunu amaçlayan daha ne kadar çok çalışmanın yapılması gerektiğini açık seçik göstermektedir. Özellikle hem artan enerji tüketimi ve fiyatları ve de tüketime bağlı olarak artan küresel ısınma hepimizi bu yönde çalışmaya zorlamaktadır.

HİDROLİK YAĞ NEDEN VE NASIL ISINIR

Burada konumuzu 2 farklı bölümde incelemek daha doğru olacaktır. Daha önce detaylandırılan birinci bölüm motor, pompa ve valf grubunun verimi dikkate alındığında hesaplanan kayıp enerji (daha doğrusu ısı enerjisi), ikinci bölüm olarak da yukarı yönde hızlanma ve yavaşlama süreçlerinde oluşan ısı enerjisi. Genel kanı, yağın yukarı seyir sırasında, yani motor çalıştığı sürece ısındığıdır. Bu ancak kısmen doğrudur. Isı, enerjinin bir şeklidir ve ısının oluşması ancak başka bir enerji şeklinin ısı enerjisine dönüşmesiyle mümkün olur. Asansörümüzün hareketini detaylı bir şekilde

izlersek, başımıza özellikle yaz aylarında dert olan bu ısının nereden geldiğini de kolay bir şekilde analiz edebiliriz.

Hidrolik asansörlerde kullanılan tahrik motorları sabit devirlidir (nominal: yaklaşık 2780 d/dk) ve asansörün yalnızca yukarı hareketinde çalışırlar. Motora akuple edilmiş vidalı pompanın devri de doğal olarak motor devrine eşittir. Bir başka deyimle motor pompa grubunun ürettiği yağ debisi yaklaşık olarak sabittir.

Asansörümüzün hızı ise hızlanma ve yavaşlama süreçleri nedeniyle değişkendir. Bunun anlamı, hızlanma, yavaşlama ve 2. hız süresince motor-pompa grubunun valf grubuna gönderdiği yağ miktarının bir kısmı kullanılmayarak yeniden yağ tankına geri gönderilmektedir (by pass). Buna göre de motor-pompa grubunun çıkış enerjisinin bir bölümü, hızlanma, yavaşlama ve 2. Hız süreçlerinde asansörün hareketi için kullanılmakta, kullanılmayan genelde daha büyük bölümü ise ısı enerjisi olarak yağ tankına geri gönderilmektedir. En az ısı oluşumu asansörün yukarı yönde ve tam hızda seyri sırasındadır.

Kullanılan elektrik enerjisinin büyük bölümü potansiyel enerjiye dönüşür (ortalama %50-60). Daha küçük bölümü (yaklaşık %40-50) sistemin tamamında oluşan sürtünme ve basınç kayıplarını kapsar. Bu kayıplar hem motor/pompa grubunda, hem hidrolik sistemde, hem de mekanik sistemin tamamında oluşan kayıplardır. Bu kayıpların büyük bölümü hidrolik sistemin bünyesinde kalan kayıplardır ve bu da yağın ısınması sonucunu getirir.

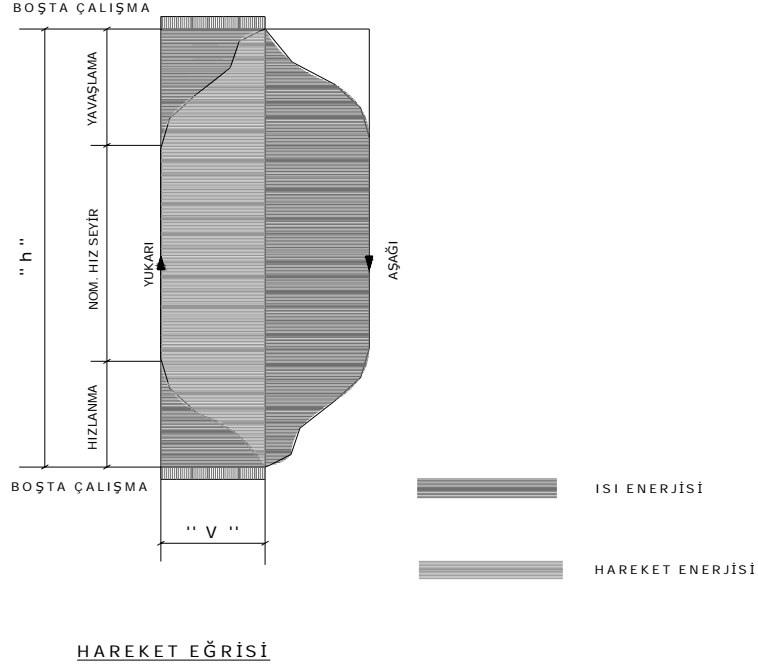
Asansörün aşağı yönde seyri, hem kabin ve taşıyıcı sistemin, hem de taşınacak yük ya da kişilerin ağırlıkları ve yer çekimi ivmesi (sisteme yüklenen potansiyel enerji) sayesinde gerçekleşir. Motor çalıştırılmaz. Valf grubunun yaptığı tek şey, yağ geçiş kesitlerini küçültmek ve büyütme suretiyle belli bir basınç kaybı yaratarak asansör hızını ayarlamaktan ibarettir.

Asansörün aşağı yönde seyri sırasında etkili olan tüm ağırlıkların toplamından oluşan potansiyel enerji de valf grubu içinde yaratılan bu basınç kaybı ve yağın bünyesindeki iç sürtünmeler de dahil olmak üzere dinamik enerji kayıpları yoluyla tamamen ısı enerjisine dönüştürülür.

Asansör kabininin başlangıç noktasına geri döndüğünde Elektrik motoruna yüklediğimiz elektrik enerjisi neredeyse tamamen ısı enerjisine dönüştürülmüş olur.

Kabin yükü arttıkça ısı oluşumu da ona bağlı olarak artar. Başka bir deyimle, kabinin yukarı yönde olduğu gibi aşağı yönde de boş ya da dolu hareket etmesinin ısı oluşumunda etkisi vardır. Isı hesaplamalarında yükün genel olarak %50 kadarının taşındığı, seyir mesafesinin de %70 oranında kullanıldığı varsayılabilir.

Konuya sistemin verimliliği açısından bakarsak, en düşük verimlilik yukarı yönde boş kabinle seyreden bir asansörde, ısı oluşumu olarak bakarsak da en yoğun ısı oluşumu tam yükte ve birbirine en yakın 2 durak arasında yukarı yönde ve de tam yükte aşağı yönde seyreden bir asansörde meydana gelmektedir.



Şekil 4

Şekil 4’te sistemin kullanılabilir (verimli) kısmı görülmektedir. Yukarı hareket sırasında hızlanma ve yavaşlama süreçlerinde enerjinin bir kısmı ısı enerjisine, daha büyük kısmı ise potansiyel enerjiye dönüşmektedir.

Aşağı yönde ise, elimizdeki potansiyel enerji neredeyse tamamen ısıya dönüştürülmüş olur.

Isı oluşumunun yanı sıra ses oluşumu da yağ debisinin yüksek olduğu durumlarda rahatsızlık verici düzeye oluşabilir. Isı oluşumunda olduğu gibi, yukarı yönde hızlanma, yavaşlama ve 2. hız sürecinde, aşağı yönde ise ana hız sürecinde ses yoğunluğu en üst düzeyde hissedilir. Bu aynı zamanda geri dönüş yağ debisiyle orantılıdır.

Buna göre hidrolik asansörlerde yaşanabilen olumsuzlukları, ısı oluşumu, ses düzeyi ve enerji giderleri olarak sıralamamız mümkün olabilir.

Enerji giderleri olarak yalnız sisteme yüklenen enerjiyi değil, soğutma sistemleri için harcanan enerjiyi de hesaba katmak gerekir. Yani biz enerji harcayarak önce yağı ısıtıyoruz, daha sonra da aynı yağı soğutmak için yine enerji kullanıyoruz.

Eğer amacımız sistemdeki ısı oluşumunun belirlenmesi ise, bizi ilgilendiren, kuvvetin büyüklüğünden (Yük) daha çok, bu kuvvetin hangi hızda (Güç) ve ne kadar yoğun (Enerji) uygulanmakta olduğudur. Ya da başka bir deyimle, tükettiğimiz enerji miktarıdır.

Hidrolik asansörlerde ısı oluşumunu azaltmak, klasik sistemlerde hız ayarlarını optimize etmekle mümkündür. Ancak bu şekilde enerji tasarrufu ancak sınırlı derecede sağlanır:

Hızlanma, yavaşlama ve 2. Hız mesafelerinin artmasıyla birlikte ısı oluşumu da aynı oranda artmaktadır. Çünkü motor pompa grubu bu süreçte de aynı debi ve basıncı üretmektedir. Burada enerji tüketimini düşürmek ve buna paralel olarak ısı oluşumunu azaltmak, hızlanma ve yavaşlama ivmelerinin daha dik (hızlanma ve yavaşlama yol ve süreleri kısalmı) ve de ikinci hız mesafesinin sifıra yakın ayarlanması ile gerçekleştirilebilir.

Büyük tahrik motorlarının kullanıldığı özellikle yük asansörlerinde yukarı yönde kata tamamlama (releveling) sırasında pompanın ürettiği debinin yalnızca %7-%10'luk bölümü asansörün hareketi için kullanılmakta, kalan bölümü ise yağ tankına geri gönderilmektedir. Bunun anlamı %90-%93 ek ısı üretimidir.

Bu tür asansör tahrik sistemlerine daha az güçte (1-3kW) ve yalnızca yukarı kata tamamlama amaçlı çalışan bir ek tahrik sistemi öngörölmelidir. Bu sayede:

- 1) Hidrolik enerjinin tamamı hareket için kullanılır, dolayısıyla enerji kaybı büyük ölçüde önlenir,
- 2) Kata getirme reaksiyon zamanı çok kısalmı,
- 3) Kata getirme sürecinde ısı oluşumu önlenir.

ENERJİ TASARRUFU AMAÇLI YÖNTEMLER:

Bu yöntemlerin başında yukarı yönde hızlanma ve yavaşlama sürecinde elektrik motorunun sistemin gereksinimi kadar mekanik enerji üretmesini sağlamakla başlamaktadır.

Frekans kontrollü hidrolik tahrik sistemleri

Klasik hidrolik asansörlerde yaşanan olumsuz durumun giderilmesi tahrik sistemindeki bazı değişikliklerle mümkündür.

Frekans kontrollü tahrik sistemleri, hidrolik asansörlerde yaşanabilen bu olumsuzlukların giderilmesi için geliştirilmiştir. Asansör hızı motor devri ile düz orantılıdır. Geri dönüş (By pass) yağ miktarı yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla yukarı yönde ısı ve ses oluşumu büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Buna bağlı olarak da enerji sarfiyatı en aza indirgenmiştir.

Aşağı yönde ise, silindirden tahliye olan işletme yağı valf bloğundan geçer ve yine pompa üzerinden tanka döner. Kısaca, yukarı harekette izlediği yolun neredeyse aynısını geri dönüşte izler. Geri dönen yağ, pompayı ve ona akuple olan motoru da normal işletmedeki yönünün tersine döndürerek motorun jeneratör olarak çalışmasını sağlar. Üretilen elektrik enerjisi inverter kontrollü ile bir direnç grubu üzerinde ısıya dönüştürölür. Klasik sistemde valf de basınç kaybı yaratarak kontrol altına aldığımız aşağı hareketi bu kez inverter kontrollü direnç grubu ile yapmaktayız. Frekans kontrollü bu tahrik sisteminde ısı, tank yerine direnç grubunda oluşması sonucu soğutucu kullanımı gereksiz hale gelir. Olanak sağlanması durumunda, direnç grubunda oluşan ısı başka bir sistemde ısıtma amaçlı kullanılabilir. Büyük güçlerde ise üretilen enerjinin dolaylı şekilde şebekeye geri verilmesi de düşünülebilir.

Yağın tanka serbest akışı nedeniyle oluşan yüksek ses düzeyi de en aza indirgenir. Tesis maliyetinin yüksek olmasına karşın, enerji tasarrufu sayesinde, orta yoğunlukta bir işletmede sistem kendini ortalama 4 senede amortize etmektedir.

Sisteme yüklenen enerjinin geri kazanılması için yapılan bir diğer uygulama ise, aşağı yön hareketinde motorun gene ters döndürülmesi ve de motorun arka miline akuple düşük debili bir yüksek basınç pompasının tahrik edilerek sisteme entegre edilmiş bir hidrolik akümülatörü beslemesidir. Burada biriktirilen basınç enerjisi ise yukarı harekette sisteme yeniden verilerek tahrik motoruna katkı sağlamaktadır. Bu sistemi, halatlı asansörlerdeki karşı ağırlığın hidrolik versiyonu olarak da tanımlayabiliriz.

Bunların dışında halatlı asansörlere benzer karşı ağırlıklı hidrolik sistemler de (örneğin çekme silindirli sistem) senelerdir uygulanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Elektrotechnik, H. LINSE
2. Hydromechanik, Heinrich RÖDEL,
3. Technische Strömungslehre, Wolfgang KALIDE,
4. Kinematik und Kinetik, HOLZMANN/MEYER/SCHUMPICH,
5. Kinematik und Kinetik, Bruno ASSMANN
6. Akışkanlar Mekaniği, Frank M. WHITE
7. Richard Von HOLZEN, BUCHER A.G.