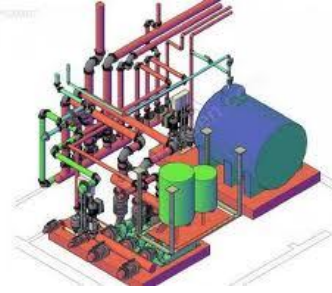




ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE TASARRUFU KURSU



MEKANİK TESİSATA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE TASARRUFU

Prof. Dr. *Hüsamettin BULUT*



Harran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü
Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

E-mail: hbulut@harran.edu.tr

KISA ÖZGEÇMİŞ
Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

EĞİTİM

İlk, Orta, Lise : Batman, 1989.

Lisans : Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 1993.

Yüksek Lisans : Çukurova Üniversitesi, Makina Müh. Anabilim Dalı, 1996.

Doktora : Çukurova Üniversitesi, Makina Müh. Anabilim Dalı, 2001.

AKADEMİK ÜNVAN ve GÖREVLER

Araştırma Görevlisi: Harran Üniversitesi Makina Müh. Böl. (1993-1998, 2001-2003)
Çukurova Üniversitesi Makina Müh. Böl. (1998-2001)

Yardımcı Doçent : Harran Üniversitesi Makina Müh. Böl. (2003-2005)

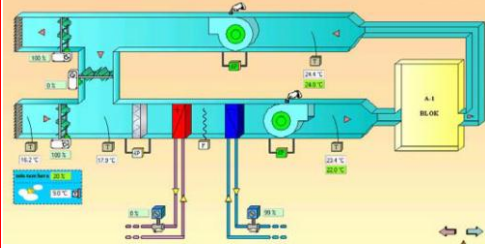
Doçent : Harran Üniversitesi Makina Müh. Böl. (2005-2010)

Profesör : Harran Üniversitesi Makina Müh. Böl. (2011-)

Bölüm Başkanlığı : Harran Üniversitesi Makina Müh. Böl. (2003-2004, 2011-)
Harran Üniversitesi Endüstri Müh. Böl. (2004-2007)
Enerji Anabilim Dalı Başkanlığı (2003-)

TESİSATTA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE TASARRUFU

- Mevcut ve yeni mekanik tasarımlarda enerji verimliliği ve tasarrufu çok önemlidir.



MEKANİK TESİSATTA ALTERNATİF BİR KAYNAK: ENERJİ VERİMLİLİĞİ



TESİSATTA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE TASARRUFU

- Enerji verimliliği için binadaki ısıtma, soğutma veya sıcak su tesisatlarına mutlaka ısı yalıtımı yapılması gereklidir.
- Tesisat yalıtımında kullanılabilecek çeşitli tesisat yalıtımı malzemeleri bulunmaktadır.
- Ayrıca verimli ısıtma ve soğutma sistemleri tercih edilmeli ve otomatik kontrol teknolojilerinden faydalanılmalıdır.
- Tesisatta Isı Yalıtımı;en genel olarak sıcak hatlarda ısı kaybını soğuk hatlarda ısı kazancını önlemek için alınması gereken tedbirler olarak tarif edilir.
- Tesisat yalıtımı ile enerji kayıp veya kazançları dışında, hattı oluşturan boruların yoğuşma sebebiyle korozyona uğraması önlenir.

Enerji taşıyan tüm tesisatın ısı yalıtımı yapılması gerekir.

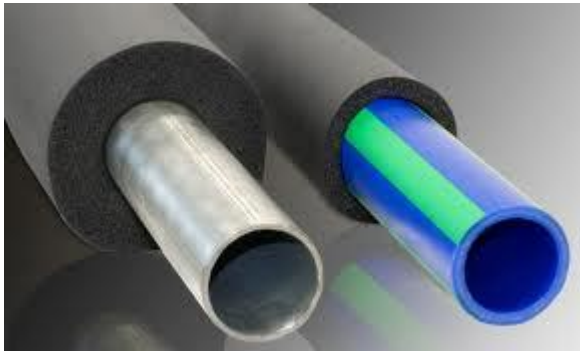
Hava basma (besleme) kanallarının yalıtımı mutlaka yapılmalıdır.

Hava emme kanalları eğer ısı geri kazanımı yapılıyorsa yalıtımı yapılması gerekir.



Sıcak su boruları eğer ısıtılmayan mahallerden geçiriliyorsa yalıtımı mutlaka yapılması gerekir.

Çiller (soğuk su üretme) grubu ve fancoillere gidiş-dönüş boruları mutlaka yalıtımı yapılması gerekir.



Kazan dairelerinde vanalar ISI YALITIM ÇEKETLERİ ile yalıtımı yapılabilir. Çünkü vana ve bağlantılardan önemli miktarda ısı kaybı gerçekleşir.



Elektrikli Motorlar



Elektrikli Motorlar

Elektrikli motorlar yaşamın her yerindedir.

Fanlar, pompalar, değirmenler, kompresörler, presler gibi makinalarda elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Motorlar doğru akım, alternatif akım, senkron ve asenkron olmak üzere sınıflandırılır.

Sanayide kullanılan elektrik enerjisi kullanan ekipmanlar içinde elektrik motorları en büyük paya sahiptir. Bu nedenle özellikle sanayide elektrik motor sistemlerinde verimliliğin iyileştirilmesi elektrik enerjisinin verimli kullanımı açısından büyük önem taşımakta olup, maliyetlerini düşürmek isteyen sanayi kuruluşlarının üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur.

Motor sistemlerinde, uygun kapasitede ve yüksek verimli motor kullanımı ve hız kontrolü uygulamaları ile %50'lere varan oranlarda enerji tasarrufu sağlamak mümkündür.

DİKKAT! GELECEK İÇİN ENERJİ SİZSİNİZ.

Elektrikli Motorlar



Elektrikli Motor Kullanım Alanları



Türkiye'de toplam elektriğin %40'ını sanayi sektörü tüketmektedir. Sanayide kullanılan elektriğin ise %70'i elektrikli motorlardan kaynaklanmaktadır.

Elektrikli Motorlar



Sanayide DHS Kullanımı	%
FAN	% 22,6
POMPA	% 11,3
KOMPRESÖR	% 8,3
DİĞER	% 22,3
TOPLAM	% 18,2

EİE 2008 Anket Sonuçları

Motor veya motor taratından tahrik edilen fan, pompa, kompresör gibi ekipmanların hızını kontrol eden donanımlara **Değişken Hız Sürücüsü** DHS denir. DHS'ler elektronik ya da mekanik olabilir. Değişken hızlı sürücü (DHS) sistemleri – invertörlü veya değişken frekanslı sürücü sistemleri olarak da bilinir – alternatif akımın frekansını ve dolayısı ile motorun dönüş hızını değiştirerek motorun gereğinden fazla yük çekmesini önler. Bu da aynı işin çok daha az enerji kullanarak yapılmasını sağlar.

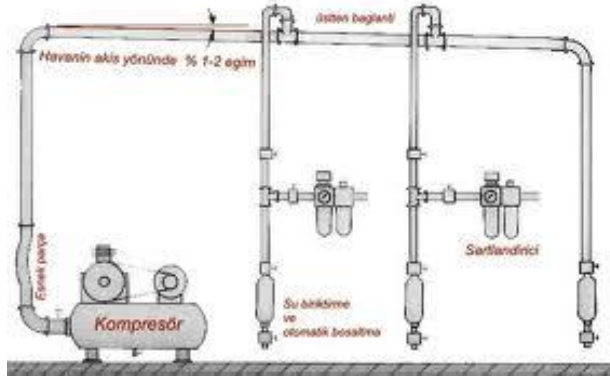
Motorlara invertör sistemi ilavesi ile %50'ye varan enerji tasarrufu mümkündür. Yani aynı iş için motorun tükettiği elektrik enerjisi yarı yarıya azaltılabilir.

Motorlarda Enerji Tasarrufunu Daha da Arttırmak İçin Ne Yapılmalı?



- Motorlar yüke uyumlu olarak seçilmeli, ve aşırı ihtiyatlı davranıp gereğinden büyük motor seçme alışkanlığından vazgeçilmelidir.
- Motor gücünün direk bağlantı yerine indirek olarak düz kayış veya standart v-kayışları ile iletildiği sistemlerde kayış kayması ve sürtünmeden dolayı %2 ile %8 arasında kayıplar oluşur. Bu kayıplar ve ortaya çıkan kayış ısınması standart kayışların tırtıllı yüksek verimli V-kayışları ile değiştirilmesiyle önlenabilir.

BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİNDE (KOMPRESÖRLERDE) ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNTEMLER



Basınçlı hava uygun, güvenli ve emniyetli olduğu için bir güç kaynağı olarak, delme işlerinde, kontrol valflerinde, hava motorlarında, temizleme amaçlı olarak, hava tabancalarında, boya sprelerinde ve birçok başka amaçla kullanılır.

BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİNDE (KOMPRESÖRLERDE) ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNTEMLER

- Elektronik kumanda sistemleri tercih edilmelidir.
- Kompresörler çalışma şartlarına uygun olmalıdır.
- Kompresör sayısı ve kapasitesi sistem ihtiyacına uygun olmalıdır.
- Kompresörleri belli bir düzende çalıştırmak ve durdurmak için basınç şalterleri iyi kalibre edilmelidir. Gereksiz yüksek basınçta çalıştırılmamalıdır.
- Sistemdeki ve kompresördeki hava kaçakları önlenmelidir.
- Kompresör motorları start stop yerine frekans kontrollü devir değiştirme sistemleri ile kontrol edilmelidir.
- Yeterli hava depolama tankı uygulaması seçilmelidir.
- Kompresör hava girişindeki filtreler temiz olmalıdır ve kompresör serin yerden hava çekişi yapmalıdır.
- Kompresörler gereksiz yüksek basınçta çalıştırılmamalıdır; basınç arttıkça enerji tüketimi artar.
- Kompresör kademeleri arasındaki ısıdan yararlanmalıdır.

BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİNDE (KOMPRESÖRLERDE) ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNTEMLER

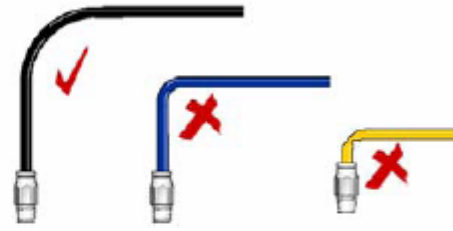
- Basınçlı havanın arz ve talep dengesine göre kontrol sistemleri kullanılması
- Düşük basıncın yoğunlukla kullanıldığı sistemlerde düşük basınca göre sistemi ayarlamak yüksek basınç için farklı bir kompresör kullanmak.
- Basınçlı havayı taşıyan boru boyları gereksiz yere uzun olmamalı ve olabildiğince kısa tutulmalıdır.
- Hava tankları kullanılmalıdır.
- Dağıtım borularının ek soğutma yüzeyi olarak davranmasını sağlayacak eğimde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Filtreler kullanılarak aşındırıcı özelliğe sahip tortuların sistemde dolaşması önlenmelidir.
- Hava kurutucuları kullanılarak havanın neminin alınması sağlanmalıdır.
- Emniyet valfleri, boru ve hortum bağlantı yerleri, yol verme kaplinleri ve pnömatik aletlerde meydana gelecek hava kaçaqları önlenmelidir.

Fitting Tipleri:

- Otomatik Rekorlar,
- Tırnaklı çabuk Rekorlar,
- İçeriden somunlu,
- Dışardan Somunlu



Pnömatik Hortum Montajı



Şekil 9. Boru ve bağlantı elemanları

BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİNDE (KOMPRESÖRLERDE) ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNTEMLER

GİRİŞ HAVASININ ENERJİ TASARRUFUNA ETKİSİ

Prensip olarak soğuk, temiz ve kuru hava girişimi daha verimli bir sıkıştırma sağlar. Bu nedenle binanın kuzey yönünde ve yağmurdan korunmuş bir hava girişi tercih edilmelidir. Hava girişi ile kompresör arasındaki boru bağlantısının kısa, düz ve çapının büyük olması basınç düşmelerinin minimuma inmesini katkı sağlar. Hava girişine yerleştirilen hava filtreleri ile hava içerisinde bulunan toz ve pislikler tutularak kompresörlere daha temiz hava girişi sağlanmalıdır. Hava filtlerinin temizliği sık sık yapılmalıdır. Aksi halde filtreler tıkanarak basınç düşmelerine neden olurlar. Girişteki her 25 m bar'lık basınç kaybı kompresör performansını %2 azaltır.

Giriş sıcaklığındaki her 5 °C lik düşme enerji tüketiminde %2'lik bir azalmaya neden olur. Aşağıda bununla ilgili olarak bir örnek çözülmüştür:

Giriş havası sıcaklığı	21°C de 1000 m ³ debi için gerekli hava hacmi-m ³	21°C sıcaklığa göre harcama tasarrufu
-1	925	+% 7.5
5	943	+% 5.7
10	962	+% 3.8
16	981	+% 1.9
21	1000	+% 0.0
27	1020	- %1.9
32	1040	- %3.8
37	1060	- %5.7
43	1080	- %7.5
49	1100	- %9.5

BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİNDE (KOMPRESÖRLERDE) ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNTEMLER

HAVA KAÇAKLARI

Basınçlı hava kaçaklarının önlenmesi enerji tasarrufu için önemli bir fırsattır. Kaçaklar çoğunlukla emniyet valfleri, boru ve hortum bağlantı yerleri, kısıcı valfler, yol verme kaplinleri ve pnömatik elemanlarda meydana gelir. Pek çok durumda kaçaklar, uygun olmayan tesisattan ziyade yetersiz bakımdan kaynaklanır.

Delik çapı -mm-	Hava kaçağı (6 barda) l/s	Sıkıştırma için gerekli güç-6 bar- kW
1	1	0.3
2	10	3.1
5	27	8.3
10	105	33

TEMİZLİK

Hava girişine yerleştiren hava filtreleri ile, hava içerisinde bulunan toz ve pislikler tutularak kompresöre daha temiz hava girişi sağlanır. Hava filtrelerinin temizliği sık sık yapılmalıdır. Eğer filtreler aşınmışsa değiştirilmelidir. Aksi halde filtreler tıkanarak basınç düşmelerine neden olurlar.

KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

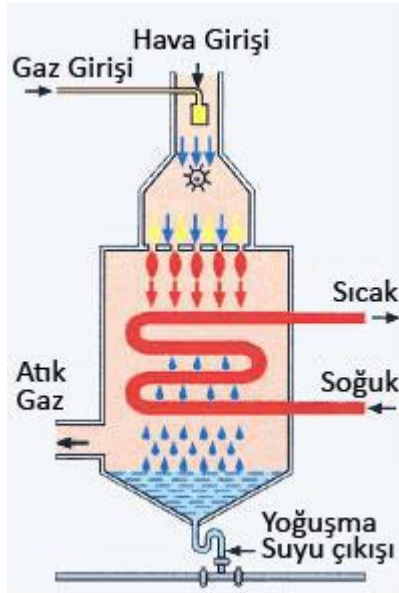
Kazan verimine etki eden parametreler:

1. Hava fazlalığı
2. Baca gazı sıcaklığı
3. Brülör ve yakıt cinsi
4. Yakıtın nem içeriği
5. Yanma verimi
6. Isıtma yüzeylerinin kirliliği
7. Blöf miktarı
8. Besi suyu ve yakma havası sıcaklıkları
9. Kazan dış yüzeylerinin yalıtım kalitesi



KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

- Yoğuşmalı kazan veya kombiler tercih edilmelidir.

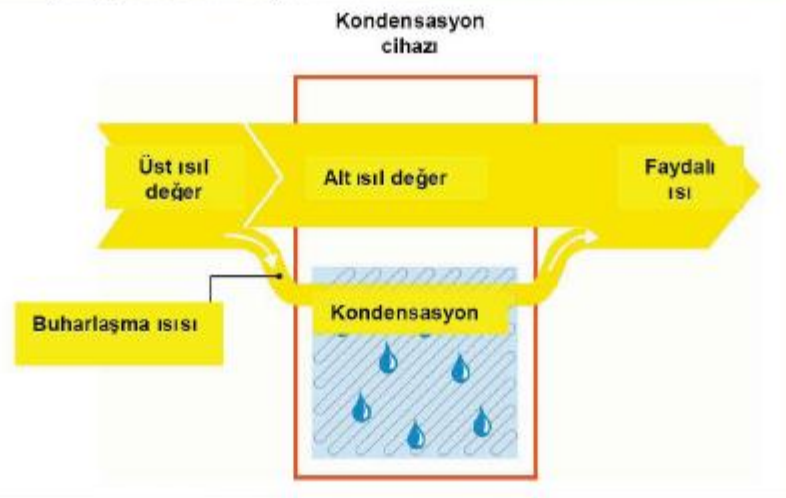


KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

Yoğuşmalı Sistemler

Yakıtın içindeki gizli ısıyı da kullanabildiğinden yoğuşmalı cihazlar diğerlerine göre % 5 - %15 verimle çalışırlar.

Düşük ısıtma sistemlerinin kullanılması, sistemdeki ısı kayıplarının azaltılmasını ve sistemin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır.



KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

Kaskad Sistemler

- Kaskat sistemi kullanımı ile mevsim geçişlerinde daha az sayıda cihaz çalıştırılarak yarım kapasitede verimsiz kazan çalıştırmak yerine, tam kapasitede bir veya iki cihaz çalıştırılabilir.



KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

- Kazan, brülör kapasiteleri, baca kesitleri gereğinden büyük olmamalıdır.
- Çift kademeli veya modülasyonlu brülörler kullanılmak suretiyle, brülörlerin yıllık sezonda devrede kalma süresi artırılmalıdır.
- Isıtıcı yüzeylerde kireç taşı ve kurum birikimi önlenmelidir.
- Buhar hatlarında meydana gelen buhar kaçakları önlenmelidir.
- Ekonomizer diğer bir adıyla su ısıtıcıları kullanılarak baca gazlarının ısısından faydalanılmalıdır.
- Hava ısıtıcısı kullanılarak yakma havasının sıcaklığına dikkat edilmelidir.
- Yoğuşan suyun geri toplanmasına dikkat edilmeli burada oluşacak ısı kayıpları önlenmelidir.
- Blöf sistemleri kullanılarak suyu kirleten maddelerden arındırılmalıdır.
- Kondenstoplar kullanılmalıdır.

KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

- Karıştırıcı vanalarla yapılan otomatik kontrolde, 80-90°C gibi sabit bir kazan suyu sıcaklığı yerine, karışım suyundan +5°C gibi bir değer fazlasıyla, değişken kazan suyu sıcaklığı tercih edilmelidir.
- Brülör giriş hava damperi, brülör bağlantı flanşı, ön duman kapakları, patlama kapağı, gözetleme camı contalı ve tam sızdırmaz olmalıdır.
- Hava giriş damperi olmayan, tek kademeli brülörler ile sızdırmazlığı sağlanamayan kazanlarda, otomatik baca kapatma klapesi tesisi düşünülmelidir.
- Belirli kazan kapasitesinde, baca yüksekliğine bağlı olarak baca kesiti daraldığından, bacadaki sıcak hava debisi sabit kalmakta, dolayısıyla baca yüksekliğinin iç soğuma kayıplarına etkisi olmamaktadır.



KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

Kazanlarda Enerji Tasarrufu Kontrol Listesi

A) İyi Bakım

1. Kaçakları ve bozuklukları tamir ediniz,
2. Kapak contalarını kontrol ediniz,
3. Kazan ve boru izolasyonlarını tamir ediniz,
4. Isıtıcı serpantinlerini temizleyiniz,
5. Ocağın alev ve gaz yollarını temizleyiniz,
6. Durma sırasında su tarafını temizleyiniz,
7. Dumanı gözleyerek brülörü kontrol ediniz,
8. Yakıt viskozitesini kontrol ediniz,
9. Sürekli hava fazlalığı kontrolü yapınız.



Baca gazı analizörü kullanılarak, kazan verimi hesaplanıp işletmede yanma optimizasyonu ve yüksek verim ile enerji ekonomisi sağlanabilmektedir. Baca gazı analiz cihazı kullanılarak yakma havasının kontrolü ile %4'e yakın bir yakıt tasarrufu sağlanabilmektedir.

KAZANLARDA ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRICI YÖNTEMLER

Kazanlarda Isı Tasarrufu Kontrol Listesi

B) Yatırım Gerektiren Önlemler

1. Su hazırlamayı geliştiriniz,
2. Blöf miktarını kaydediniz, otomatik blöf sistemi kurunuz,
3. Bütün sıcak ve soğuk hatları izole ediniz,
4. Bütün yakıt tanklarını izole ediniz,
5. Çalışmayan bacalara kapatma damperi koyunuz,
6. Ara sıra kullanılan cihazları kaldırınız,
7. Sürgülü vanaları küresel vanalarla değiştiriniz,
8. Bütün kondensleri geri döndürünüz,
9. Kazan borularına türbülötör yerleştiriniz,
10. Kurum üfleme tesis ediniz,
11. Eski kazan kontrol sistemlerini değiştiriniz,
12. Otomatik yakıt viskozite kontrolü tesis ediniz,
13. Sürekli hava fazlalık kontrolü sistemi tesis ediniz.



POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Pompalar

Tesisatta kullanılan sirkülasyon pompaları düşük güçlü olsalar da sürekli olarak çalıştıklarından toplamda tükettikleri elektrik enerjisi yüksektir.

Almanya'daki bir çalışmaya göre sirkülasyon pompalarının yıllık çalışma süresinin kapasite ile ilişkisi aşağıdaki gibidir:

- %6'sında tam yükte (%100)
- %15'inde kısmi yük (%75)
- %35'inde kısmi yük (%35)
- %44'ünde kısmi yük (%25)





POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Pompalar

Tesisatta kullanılan sirkülasyon pompaları düşük güçlü olsalar da sürekli olarak çalıştıklarından toplamda tükettikleri elektrik enerjisi yüksektir.

Almanya'daki bir çalışmaya göre sirkülasyon pompalarının yıllık çalışma süresinin kapasite ile ilişkisi aşağıdaki gibidir:

- %6'sında tam yükte (%100)
- %15'inde kısmi yük (%75)
- %35'inde kısmi yük (%35)
- %44'ünde kısmi yük (%25)





POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Değişken Devirli Pompa Kullanımı

Sirkülasyon pompaları zamanlarının büyük bir kısmında kısmi yükte çalışmaktadırlar.

Bu nedenle tesisatta değişken devirli pompa kullanımı önerilmektedir.

Bu tür bir çalışma rejiminde değişken devirli bir pompa kullanarak %25-80 elektrik enerjisi tasarrufu yapmak mümkündür.





POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Pompalarda aşağıdaki gibi enerji tasarrufu sağlanır.

- 1-)Devir hızı ayarı ile enerji tasarrufu,
- 2-)Yüksek verimli motor kullanılması ile enerji tasarrufu,
- 3-)Tepkin güç gereksiniminin azaltılması ile enerji tasarrufu

- **Devir Hızını Ayarlamak Suretiyle Enerji**

Tasarrufu: Sabit hızlı pompa, çok kısa süreler için gerekli olan maksimum enerjiyi sürekli olarak çeker. Giriş gücü, akış kesitinin daraltılarak debinin çok düşürüldüğü zamanlarda bile çok az azalır. Ancak sürekli hız ayarının mümkün olduğu pompalarda gerekli gücün hızın küpü ile orantılı değiştiğini ve maksimum hız ve gücün sadece kısa sürelerde söz konusu olacağını göz önüne alırsak, büyük boyutlarda enerji tasarrufu sağlanacağı açıkça görülür.



• Yüksek Verimli Motor Kullanılması İle Enerji

Tasarrufu: Akış kontrol sistemlerinde kullanılan pompaların tahrikinde %90 çoğunlukla Sincap kafesli asenkron motor kullanılmaktadır. Bu motorlar yapıları gereği diğer tahrik ünitelerine göre birçok avantajlara sahiptir. Aslında bu tür motorların verimleri oldukça yüksektir fakat kullanım oranları çok fazla olduğu için bu alanda yapılacak en ufak iyileştirmeler ciddi şekilde enerji tüketimini azaltır ve parasal tasarruf sağlar.

Sincap kafesli asenkron motorlarda verimi artırmanın başlıca yöntemleri

- 1-) Besleme geriliminin yüke uyumluluğunun sağlanması
- 2-) Etkin malzeme kullanma
- 3-) Daha ileri bir üretim teknolojisi kullanma



- **Tepkin Güç Gereksiniminin Azaltılması İle Enerji Tasarrufu:** Pompa tahrikinde çok sık kullanılan sincap kafesli asenkron motorların, zayıf bir tarafı, güç katsayılarının özellikle düşük yüklerde çok küçük değerlere düşmesidir. Sistemin, düşük bir güç katsayısı ile çalışması, tüketilen enerjinin, küçük bir kısmının kullanılabilmesi, geri kalan kısmın kayıp şeklinde ortaya çıkması anlamındadır. Bu durumda, örneğin bir kondansatör ile sistemin güç katsayısını 1.e yaklaştırmak enerji tüketimi açısından %5 ile %30 arasında bir iyileştirme sağlar. Güç katsayısını yükseltmek pompanın çekeceği akımı dolayısıyla oluşan kayıpları azaltır.

Teşekkürler.



Sorularınız

Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

Harran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü
Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

hbulut@harran.edu.tr

<http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/>

