

# TURBO KOMPRESÖRLERDE ÇALIŞAN YAĞ EŞANJÖRÜNÜN ÖNEMİ

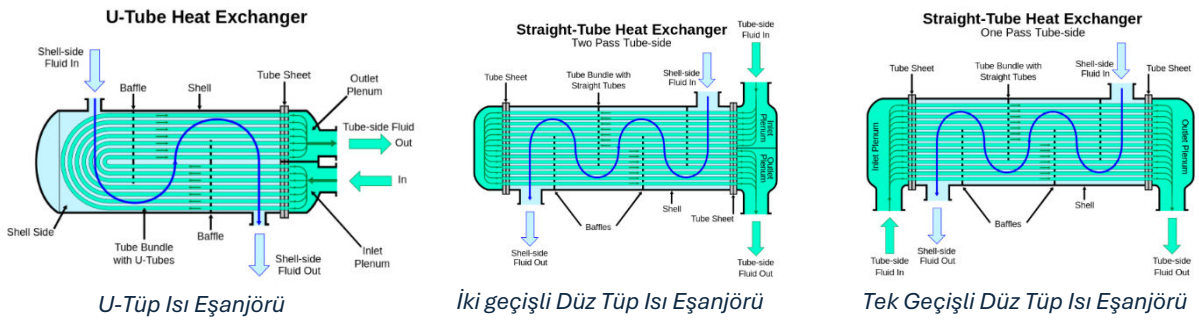
## 1.YAĞ EŞANJÖRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Isı değiştiriciler, farklı sıcaklıklardaki iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı değişimini sağlayan cihazlardır. Kimya endüstrilerinde, ısıtma, iklimlendirme, soğutma tesisatlarında, taşıtlarda, elektronik cihazlarda, alternatif enerji kaynaklarının kullanımında ısı depolanması gibi birçok farklı uygulamada kullanılabilir. Isı değiştiriciler, ısı geçiş şekline, konstrüksiyon özelliklerine, akış düzenlemesine, akışkan sayısına veya faz farklılıklarına göre sınıflandırılabilirler.



Şekil 1. Isı değiştiricilerin sınıflandırılması

En fazla kullanılan ısı değiştirici tipi ise gövde borulu ısı değiştiricilerdir. Gövde-borulu ısı değiştiriciler, gövde eksenine paralel olarak yerleştirilmiş çok sayıda boru içerirler. Bir akışkan boruların içinden, diğer akışkan boruların dışında gövde boyunca akarken ısı transferi meydana gelir. Kabuk ve boru tasarımında birçok farklı seçenekler olabilir. Çoğu kabuk ve boru ısı değiştiricisi, boru tarafında 1, 2 veya 4 geçiş tasarımlarına sahiptir. Bu, borulardaki sıvının kabuktaki sıvıdan kaç kez geçtiği anlamına gelir.

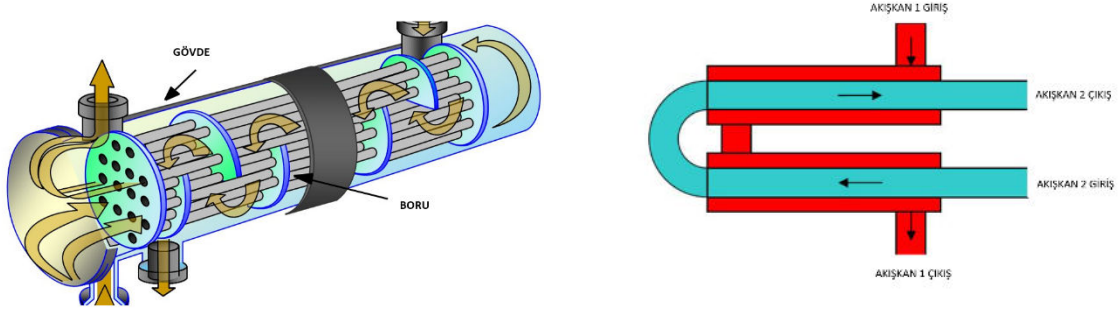


Şekil 2. Gövde borulu ısı eşanjör çeşitleri

## 2.GÖVDE BORULU ISI EŞANJÖRLERİNİN YAPISI VE AVANTAJLARI

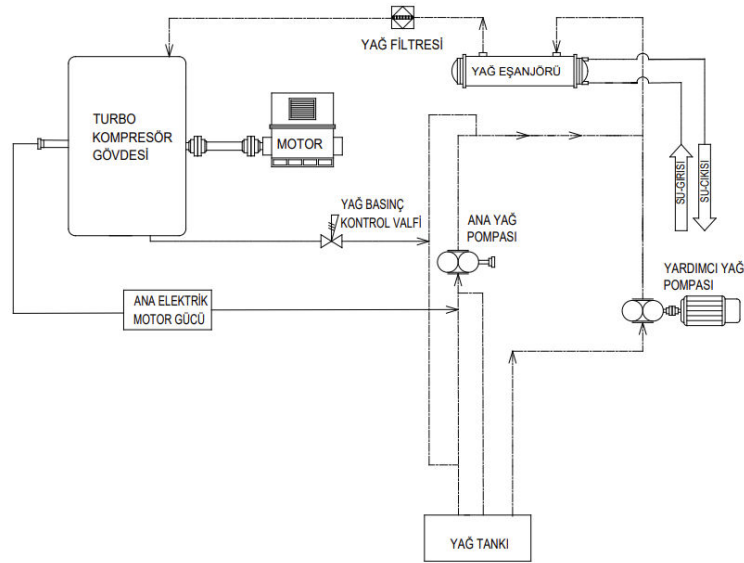
Gövde borulu ısı değiştiricilerde kullanılan boru çapları 9mm ile 57mm arasında değişir. Genellikle küçük boru çapları (9mm ile 16mm) tercih edilir. Burada kullanılan boru çapları yağ soğutucusunun kompakt yapısını bozmayacak şekilde ve aynı zamanda istenilen ısı transferini sağlaması koşulu ile hesaplanmaktadır. Isı değiştiricilerinde kullanılan çelik ve diğer borular için standart boru dış çapları ve et kalınlıkları TS1996'dan seçilerek kullanılır.

Temel elemanları; borular (veya boru demeti), gövde, iki baştaki kafalar, boruların tespit edildiği ön ve arka ayna ile gövde içindeki akışı yönlendiren ve borulara destek olabilen şaşırtma levhaları ve destek çubuklarıdır.



Şekil 3. Gövde borulu ısı eşanjörü şematik gösterimi

Turbo kompresörler havayı yağsız bir şekilde basınçlandırmaktadır fakat yüksek hızlarda çalışan rulmanlar ve dişli grupları çalışma öncesinde ve çalışma sırasında uygun şartlarda yağlanmalıdır. Yağ eşanjörleri sistemdeki yağı soğutucu akışkan kullanarak istenilen sıcaklık değerlerinde tutar. Kapalı çevrim şeklinde gerçekleşen sıvı-sıvı soğutma işlemi kritik parçaları korumakta ve turbo kompresörün uzun ömürlü bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır.



Şekil 4. Turbo Kompresör yağ hattı diyagramı

### 3.YAĞ EŞANJÖRLERİNDE KİRLİLİK

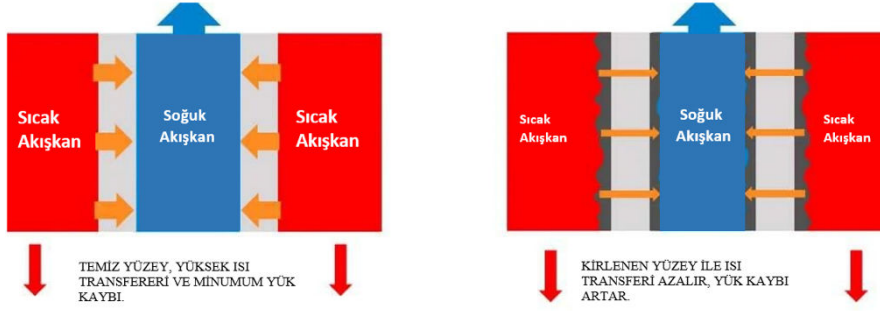
Isı değiştircilerdeki kirlilik faktörü, genellikle borularda veya kanatlarda birikmiş olabilecek tortu, kireç, pas, çamur ve diğer yabancı maddelerin neden olduğu ısı transferi kaybını ifade eder. Kirlilik faktörü eşanjörün ilk günkü verim son ana kadar nasıl değiştiğini gösteren bir indikatördür. Yağ eşanjörleri kullanıldıķça verimleri düştüğü gibi bu durum eşanjörün ömrünü de etkilemektedir. Bu faktör ısı değiştircisinin temizliğinin ve bakımının önemini vurgular. Kirlilik faktörünü azaltmak için düzenli bakım ve temizlik önlemleri alınmalıdır. Altı çeşit kirlilik tipi bulunmaktadır. Bunlar; çökeltme ya da kristalleşme, katı parçacıklar (çözünmezler), kimyasal reaksiyon, korozyon, biyolojik ve donma (katılaşma) sonucu kirliliktir. [1,3]



Şekil 5. Yoğun kirlenmiş yağ eşanjörü

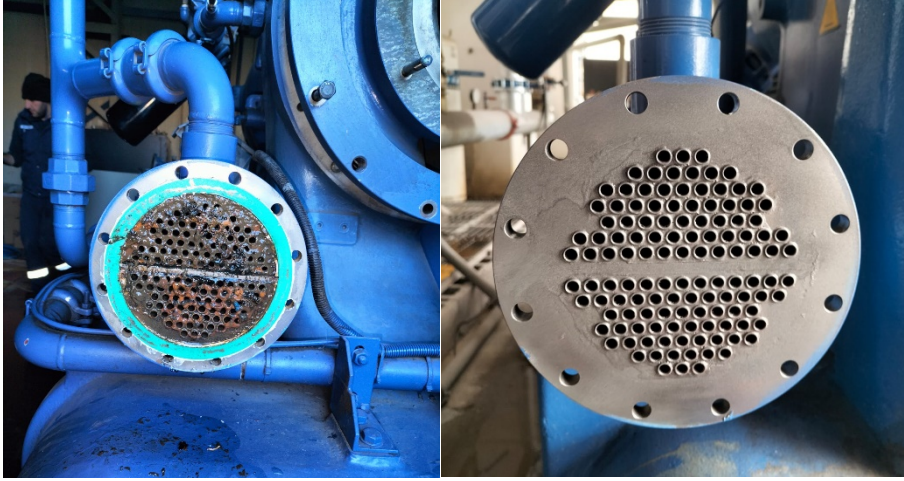
- Çökeltme ya da kristalleşme durumu, çözülmüş tuzların, ısı transfer yüzeyi üzerinde çözünürlük limitini geçmesi sonucu oluşur.
- Parçacıklarla (çözünmezler) kirlenme, akışkanın içindeki parçacıkların ısı transfer yüzeyinde asılı kalması sonucu oluşmaktadır.
- Kimyasal reaksiyon kirlenmesi, ısı transfer yüzeyinin katalizör görevi görerek, akışkan bileşenlerinin kimyasal tepkimeye girmesi ve tortu oluşturması ile gerçekleşir. Bu tip kirlenme genellikle ısı değiştiricinin lokal sıcak noktalarında görülür.
- Korozyon kirlenmesinde ise, ısı transfer yüzeyinin kendisi akışkan ile reaksiyona girer, bu da bir çeşit kimyasal reaksiyon kirlenmesidir.
- Biyolojik kirlenme, makro ya da mikro organizmaların ısı transfer yüzeyinde birikmesi, o yüzeye yapışması sonucu gerçekleşir. Genellikle akışkanı su olan sistemlerde görülür.
- Donma ya da katılaşma kirlenmesi, aşırı soğutulmuş ısı transfer yüzeyinin etkisiyle, diğer taraftaki sıvı ya da gazın katılaşmasıyla oluşur. Nemli havanın soğutulması sürecinde görülebilir. Bu çeşitlerin birden fazlası aynı anda görüldüğünde de birleşik kirlenme adını alır.

Kirlilik sürecini kontrol edebilmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, çevrim-içi ve çevrim-dışı olarak ayrılmaktadır. Çevrim-içi yöntemlerde sistem çalıştığı sırada temizleme ya da önleme yapılabilirken, çevrim-dışı yöntemleri uygulayabilmek için sistemin durdurulması gerekmektedir. Kirlilikten kurtulmak ya da kirliliği engellemek için yüzey temizleme yöntemleri uygulanır veya sisteme cihaz ve kimyasal eklenir. Örneğin; sudaki kristalleşmeyi önlemek için yumuşatarak mineraller tutulur, ya da akışkandaki katı parçacıklar filtreleme ile ayrıştırılır.



Şekil 6. Temiz ve kirlenen eşanjörün ısı transfer ve yük kaybı gösterimi

Yağ eşanjörlerinin kirlenmesinin ekonomik yönü oldukça önemlidir. Çünkü, işletme maliyetlerini ve dolayısıyla operasyonun karlılığını etkileyecektir. Turbo kompresörlerde yağ eşanjörü temizliği her yıl düzenli olarak yapılmaktadır. Eşanjörlerin ön ve arka kapakları sökülerek temizlenir ve gasketler yenileri ile değiştirilir.



Şekil 7. Turbo Kompresör Yağ Eşanjörünün temizlik öncesi ve sonrası

Kirlenme durumunda yük kaybının etkisinden kurtulmak adına soğutucu akışkan hızının artırılması gerekir bu da pompalama enerjisi ve maliyetlerinde bir artışı temsil eder. Artan enerji maliyetleri ile birlikte artan bakım gereksinimleri veya azalan üretim gibi diğer işletme maliyetleri birikintilerin varlığından kaynaklanabilir. Turbo kompresörlerde ısı eşanjörünün kirliliğinden dolayı plansız kapanma durumunda tesis maddi açıdan zarara uğrayabilir.



Şekil 8. Yoğun kirlenmiş bir ısı eşanjörünün tüp temizliği

Yoğun kirlenmenin birçok örneğinde, temizlik ve bakım için planlı duruşlar eşanjör temizlik zamanları ile aynı zamanda olmayabilir ve ısı eşanjörlerinin temizlenmesi gerekli olduğunda kullanılmak üzere yedek ısı eşanjörlerinin kurulması gerekli olabilir.

#### 4.KOROZYON

Korozyon, ısı transfer yüzeyinin deforme olması, malzeme kaybetmesi yani bozulmasıdır. Başlıca tipleri; tek tip saldırı, galvanik, çukurlaşma, stres ve erozyon korozyonlarıdır. Tek tip korozyon, metalin akışkanla temas eden tüm yüzeyi boyunca kimyasal ya da elektro-kimyasal reaksiyonu sonucu gerçekleşir. Genelde metal ve akışkan homojen dağılımlı ise görülür. Bu tip dışındaki diğer korozyon tipleri bölgesel (lokal) korozyon çeşitleridir. Galvanik korozyonda; ısı değiştirici bünyesinde bulunan elektrik potansiyeli farklı metallerin, akışkanı elektrolit olarak kullanmasıyla gerçekleşir. Çukurlaşma korozyonunda, metalin belirli bölgelerinde küçük çukurlarla başlayan delikler oluşur. Stres korozyonunda, ani çekme gerilmeleri sonucu çatlaklar oluşur. Erozyon korozyonunda ise, yüksek hızlı akışkan hareketi sonucu yüzeyden bölgesel olarak malzeme kalkar. Ek olarak eşanjörün korozif etkilerden korunması için kurban anot adı verilen düşük standart indirgenme potansiyeline sahip metaller seçilerek eşanjör yapısına yerleştirilir.



Şekil 9. Korozyona uğramış bir yağ eşanjörü



Şekil 10. Kurban anot (Kurban malzeme)

İleri korozyon kontrolüne aşağıdaki hususlarla ulaşılabilir; [3]

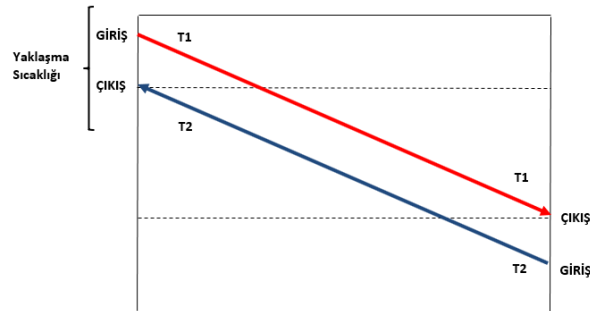
- Korozyona dayanıklı, kaplanmış metal kullanılmalı,
- Korozyon engelleyici akışkan kullanılmalı,
- İyi tasarım yapılmalı; yarıklardan, ölü akışkan bölgelerinden kaçınılmalı, akışkan hızları optimum seviyede ve eş dağılımlı olmalı, çekme ve kalıntı gerilmeleri minimum seviyeye indirilmeli,
- Temiz akışkan ve metal yüzeyi sağlanmalı, Malzeme olarak galvanik metaller ya da yakın metaller kullanılmalı ve alüminyum alaşımlardan kaçınılmalıdır.

Değişen su koşulları korozyon ve kirlilik faktörüne bağlı olarak ısı eşanjörlerinin performansını ciddi anlamda etkilemektedir. Bu sebeple soğutucu akışkan uygun şartlarda eşanjöre sağlanmalıdır. Soğuk iklimlerde soğutma sıvısı olarak da çeşitli antifiriz sıvıları kullanılabilir. Soğutma suyunun uygun kalitede olmadığı durumlarda ise farklı eşanjör malzemeleri tercih edilebilir. Bu durumlarda bakır tüpler yerine, paslanmaz çelik tüp ve bakır nikel alaşımlı tüpler tercih edilebilir. Ek olarak soğutma suyu kalitesinin çok düşük olduğu durumlarda veya uzun servis aralıklarında durdurulmadan çalıştırılabilmeleri için çift yağ eşanjörü uygulamaları da mevcuttur.

#### 4. VERİMLİLİK

Isı değiştiricilerinin seçiminde verimliliği etkileyen önemli kriterler ısı transferi ve basınç düşüşü performansı, maliyet ve kompaktlık olarak sıralanabilir. Isı değiştiricilerinde maksimum soğutma performansı istenirken aynı zamanda kompakt bir tasarım da son kullanıcı tarafından önem arz etmektedir. Verimlilik, bir ürünün gerçek performansı ile ideal performans arasındaki karşılaştırmadır. Isı değiştiricilerinde aktarılan ısı, ideal durumda ısı eşanjöründe aktarılabilecek ısıya oranıdır. Maksimum ısı miktarını aktaran ve minimum miktarda entropi üreten mükemmel veya ideale yakın ısı eşanjörleri verimliliği yüksek olarak nitelendirilebilir. Turbo kompresörlerde soğutucu akışkan olarak yüksek oranda su kullanılmaktadır. Burada son kullanıcı tarafından sağlanan suyun debisi ve giriş sıcaklığı eşanjörün ideal verimine yakın çalışmasında en büyük etkidir. Verimliliği artırmak için düzenli bakım ve temizlik önemlidir. Tortu birikimi veya tıkanıklıklar, ısı transferini azaltabilir ve verimliliği düşürebilir.

Isı değiştiricilerde yaklaşma sıcaklığı, sıcak ve soğuk akışkanların değiştiriciyi terk ederken aralarındaki sıcaklık farkını ifade eder. [2] Gerçek koşullarda enerji kayıplarıyla birlikte iki akışkanın çıkış sıcaklıkları arasında bir fark meydana gelir. Yaklaşma sıcaklığının sifıra yakın olması ısı transferinin daha etkin olduğunu ve dolayısı ile verimliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum daha az enerji tüketimi ve daha düşük işletme maliyetleri anlamına gelir.



Şekil 11. Yaklaşma sıcaklığı şematik gösterimi

## **KAYNAKLAR**

[1] Cengel, Yunus A., and Michael A. Boles. Thermodynamics: An Engineering Approach. 8th ed. New York, NY: McGraw-Hill Professional, 2014.

[2] Kays, W. M. and London, A. L. 1984. Compact Heat Exchangers, McGraw-Hill Book Co., USA.

[3] Shah, R. K. and Sekulic, D. P. 2003. Fundamentals of heat exchanger design, John Wiley & Sons Inc., USA.