

SANTRİFÜJ KOMPRESÖRLERİ

1916 yılında Dr. Willis H. Carrier hava koşullandırma uygulamaları için uygunluğunu fark edene kadar, havalı santrifüj kompresörleri 75 yıldır kullanılıyordu.

Carrier ilk su-soğutmalı santrifüjlü soğutucuyu 1924 yılında Syracuse, New York'taki Onondaga seramik şirketi için tasarlamıştı.

Makine 26 yıl boyunca çalıştı ve bu süre içinde soğuk hava üfledi. Bu ilk santrifüjlü soğutma makinesi emekli olunca kompresörü Washington DC'deki Smithsonian Enstitüsü'ne sergilenmek üzere verildi. Kompresör orada Amerika Birleşik Devletleri'nin tarihinde en önemli teknik gelişmelerden biri olarak korunuyor. (Bilgi için bkz. Carrier ve Santrifüjlü Su Soğutma Gruplarının Kısa Tarihçesi, *Teknik Bülten*, Sayı 28, Temmuz 2011 (Orijinal makale: Mark H. Huston, "Brief History of Centrifugal Chillers", *ASHRAE Journal*, December 2005, s.20-26). (Foto 1)

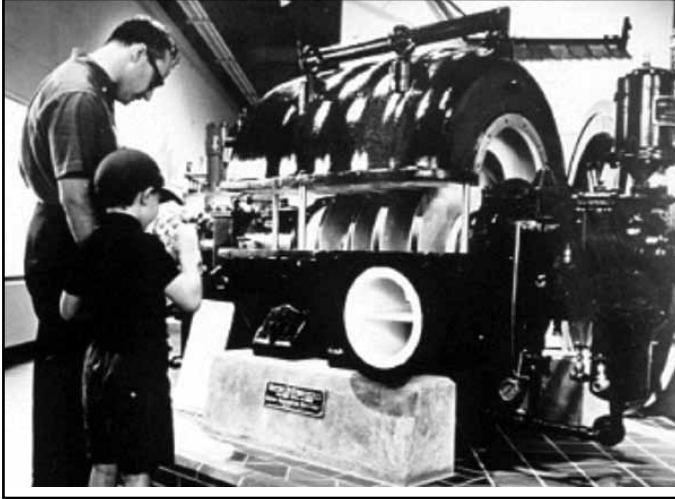


Foto 1- İlk santrifüjlü soğutma grubunun Washington DC'deki Smithsonian Enstitüsü'nde sergilenen kompresörü

Santrifüj kompresörleri, dönen bir pervane ile durmadan akan soğutucu arasında devamlı açısal momenti değiştiren dinamik sıkıştırma cihazlarıdır (Foto 2). Soğutucu molekülleri santrifüj gücüyle dışa doğru hızlandıklarında yenileri onların yerini almak üzere kompresöre çekilirler (Şekil 1). Bütünün etkisi bir soğutucu akıntısının devamlı sıkıştırılması gibidir.

Santrifüj kompresörün performansı aşağıdaki fan yasalarına göre belirlenir:

1. Fan Kanunu- Debi (Q) ve dönüş hızı (n)

$$[Q2 / Q1] = [n2 / n1]$$

2. Fan Kanunu- Fark Basıncı (p) ve dönüş hızı (n)

$$[p2 / p1] = [n2 / n1]^2$$

3. Fan Kanunu- Güç (P) ve dönüş hızı (n)

$$[P2 / P1] = [n2 / n1]^3$$

Kaldırma / Fark Basıncı

2. Fan Kanunu'nu ilgilendiren "Kaldırma- Lift" kavramı, yoğunlaştırıcı (boşaltım) basıncı ve buharlaştırıcı (emme) basıncı arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu nedenle, kaldırma, veya kompresörün soğutucuya uyguladığı iş miktarı, çıkış soğutulmuş su ısısı ve yoğunlaştırıcı suyu ısısına bağlıdır.

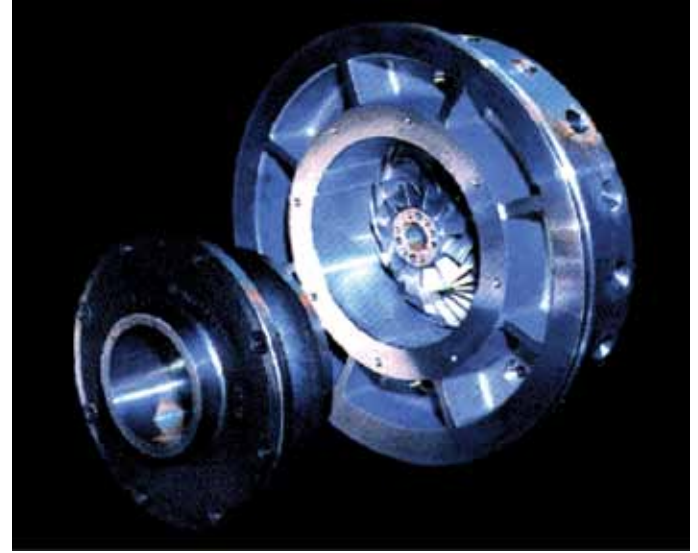
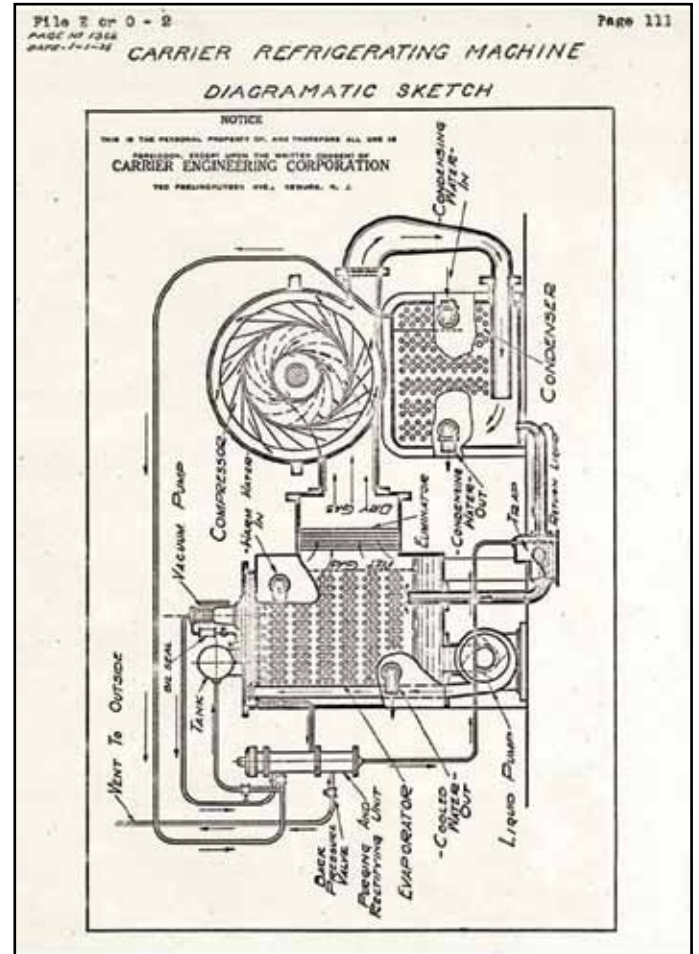
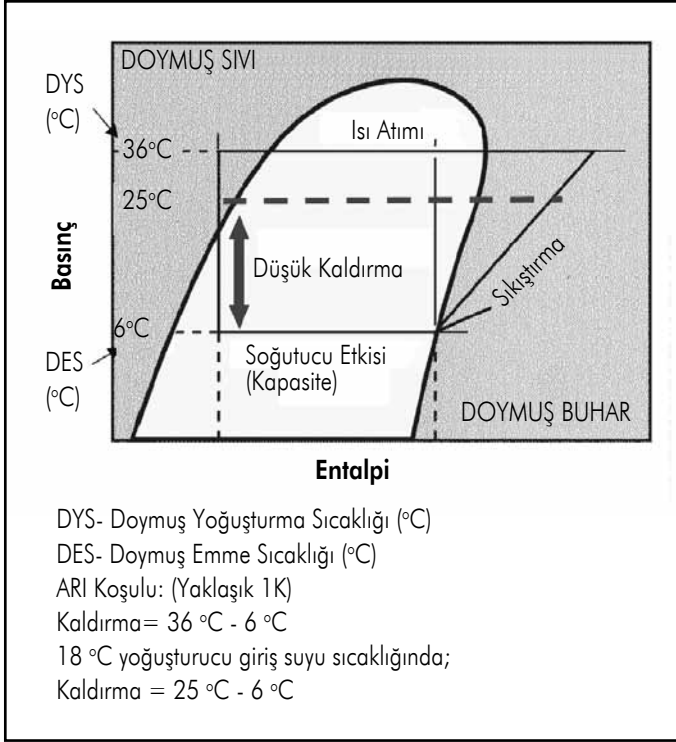


Foto 2. Santrifüj kompresörü pervanesi ve dağıtıcısı



Şekil 1. Carrier'ın ilk soğutma makinasının şematik çiziminde santrifüj kompresörün çalışması

Kompresörün tam kaldırma koşulları, ancak yağ termometre sıcaklığı tasarım ısısında ve soğutma yükü %100 iken oluşmaktadır. Islak termometre sıcaklığı azaldıkça, soğutma kulesi soğutucuya daha soğuk yoğuşturucu suyu sağlar, kompresörden istenen kaldırma azalır (Diyagram 1).



Diyagram 1. Basınç-Entalpi Eğrisi

Ek olarak, yükte azalmalar kaldırma azaltacaktır, çünkü yoğuşturucuda daha az ısı atımı olacağı için daha düşük doymuş yoğuşturucu basıncı oluşur. Değişken hızla bir su soğutucu kaldırmadaki değişikliklere ve soğutucu yüküne hızını ayarlayarak cevap verir.

İdeal fan yasalarıyla gösterildiği gibi, santrifüj kompresörünün hızında bir azalma kompresör güç tüketiminde üssel (kübik) bir azalmaya neden olur.

Bu göz önüne alınırsa, değişken hızlı santrifüj kompresörlerin çalışma saatlerinin çoğunluğunda etkili bir biçimde enerji tüketimini düşürmenin en iyi yolu olduğu da görülebilir.

DEĞİŞKEN HIZ UYGULAMALARINDA NİÇİN GİRİŞ KILAVUZ KANATLARI KULLANILIR

Sabit hızlı santrifüj kompresörleri için en yaygın kullanılan kapasite kontrol şekli, pervane girişindeki (dönme öncesi kanatları da denir) kılavuz kanatları ayarlanarak yapılır.

Yük azaldıkça soğutucunun kompresörden kütle akışı azaltılmalıdır.

Sabit hızlı makinelerde, kılavuz kanatları kompresör kapasitesini yüke göre ayarlamak için kapalıdır.

Santrifüj makineleri DFS ile donatıldıkları zaman, kapasiteyi kontrol etmek için hız kontrolü kullanılabilir.

Bu durumda, kompresör kapasitesini yüke uydurmak için kanat hızı düşürülür.

$$p_2 = p_1 \times [n_2 / n_1]^2$$

Bir santrifüj kompresörünün ürettiği kaldırmanın sürat düşürüldüğünde de düştüğünü göz önüne alırsak, sadece sürat ayarlamasının değişken hızlı santrifüj kompresörünü her zaman düzenlemek için kullanılamayacağını belirleyebiliriz.

Bazı kaldırma koşulları altında hız, kaldırma gereksinimlerinin izin verdiği oranda azaltılır ve sonra yük azaltmayı tamamlamak için kılavuz kanatları kullanılır.

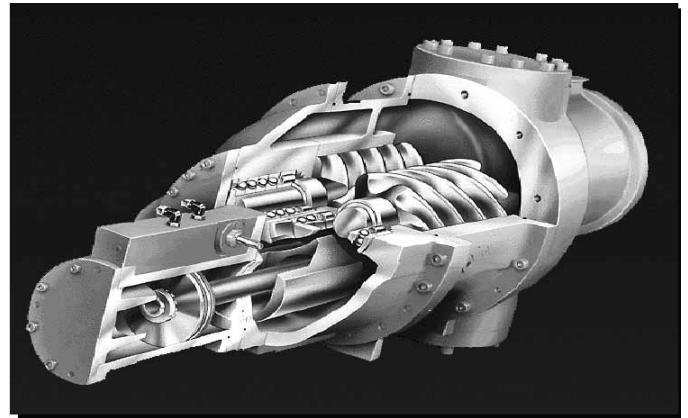
Her tip mekanik yük düşürücü verimsizlik getirir. Her ne kadar hemen hemen daima, kaldırma veya yük gereklerini azaltarak, hız düşürme elde edilse de, sorun boyutla ilgilidir.

Kılavuz kanatlarının sergilediği kapasite düşme miktarına oranla sürat düşmesinin sergilediği kapasite düşme miktarı, santrifüjli soğutucunun verili bir çalışma noktasında tüm teorik tasarrufları gerçekleştirme yeteneğinin bir göstergesidir. Buna karşılık, kılavuz kanatları kapandıkça, sistemin verimsizliği artar.

Hız ve gücün kübik ilişkisi dikkate alındığında, küçük bir hız azalması bile enerjide anlamlı bir düşüş verir. Fakat, ne kadar hız azaltılırsa o kadar enerji tasarrufu sağlanır.

VİDALI KOMPRESÖRLERİ ANLAMAK

Alman Heinrich Kriger ilk vidalı kompresörü 1878 yılında geliştirdi. 1930'lu yılların başında Alf Lysholm adında İsveçli bir mühendis, gaz ve buhar türbini uygulamaları için modern vidalı kompresörü geliştirdi. Vidalı kompresörler HK uygulamalarında yaklaşık 30 yıldır kullanılıyor (Şekil 2).



Şekil 2. Geleneksel ikiz rotorlu vidalı kompresörün kesiti

Vidalı kompresör, pozitif sıkıştırımlı kompresör olarak sınıflandırılır. Basit olarak; belli hacimde bir gaz kapalı bir mekanda hapsedilir ve sonra bu hacim küçülür. Geleneksel döner vidalı kompresörler, bir kasaya oturtulmuş, harici helezoni profilleri olan iki adet paralel rotordan oluşur (Şekil 2). Rotorlardan biri motora (döndüren rotoru) bağlanmıştır ve döndükçe, alışılmış bir dişli takımına benzer şekilde, diğer rotoru (döndürülen rotor) hareket ettirir,

Dönen rotorların geometrik profillerini gözünde canlandırmak zordur. Eğer döndüren rotoru piston ve döndürülen rotorları silindirler olarak düşünürseniz, sıkıştırma sürecini bir pistonlu kompresörle ilişkilendirmek daha kolaydır.

Döndüren rotorlar ve döndürülen rotorlar örtüşmezlerse boş bir "silindir" oluşur ve rotorun emme yüzündeki senkronize açıklıktan emme gazını bu "silindir" içine çeker. Dönme devam ettikçe, emme ve boşaltma rotor yüzleri sızdırmaz şekilde örtüşür ve gaz "silindir" içinde hapsolür.

Bu olduğu zaman, örtüşme noktası rotorların boşaltma uçlarına doğru hareket eder ve gazı önünde iter. Gaz için sağlanan çıkış deliği, emme deliğine kıyasla nispeten küçüktür. Gazın bu hareketi pozitif sıkıştırmayla sonuçlanır.

Döner vidalı kompresörler sağlamlıkları, basitlikleri ve güvenilirlikleri ile bilinir. Çok az bakım gerektirerek, uzun süreler devamlı çalışmak için tasarlanırlar.

Vidalı kompresörler hız düştüğünde yüksek kaldırmanın üstesinden gelebilirler ve böylece kompresör boşalırken ters akış (surge) ihtimali olmadan enerji tasarrufuna izin verir.

DEĞİŞKEN HIZLI VIDALI KOMPRESÖRLER

Pozitif sıkıştırmalı kompresörler için hız kaldırmadan bağımsızdır veya başka bir ifadeyle, kompresör aynı miktarda kaldırmayı her hızda geliştirebilir. Bu nedenle, mekanik yükleyiciler tümüyle sürat kontrolü ile değiştirilebilir.

Daha önce tartışıldığı gibi, santrifüj kompresörleri, giriş kılavuz kanatlarının bir miktar kapanmasıyla bağlaşıklık olarak sürat kontrolü gerektirebilir.

Değişken hızlı kompresör sürat kontrolünü hiçbir zaman bir kılavuz kanat veya kayar vana ile yapmak zorunda değildir, ve bunun için verili bir çalışma koşulunda azami enerji azalmasını elde eder.

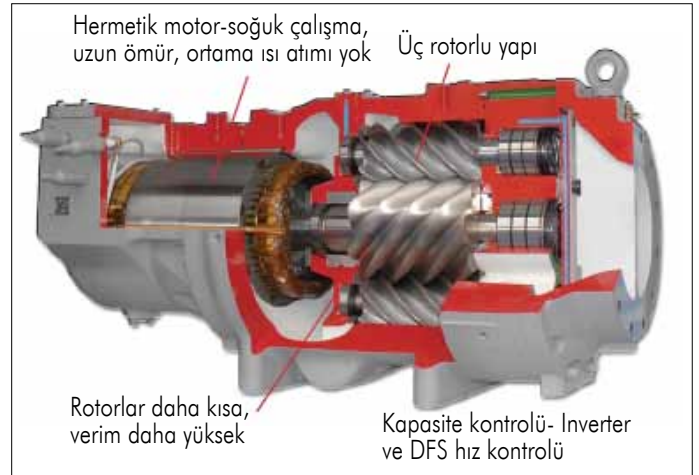
Hızda küçük değişiklikler bile enerji tüketiminde anlamlı değişiklikler oluşturur. Bu artan avantajı, üstün basınç verimliliği ile birleştirin, bu teknolojinin enerji tasarruf potansiyelinin net bir resmi ortaya çıkar.

Vidalı kompresörle kullanılan değişken hızlı sürücüler HK sanayi için yeni, fakat değişik hava basıncı ve soğutma uygulamalarında başarıyla kullanıldı.

Bu uygulamalarda, kısmi ve tam kapasitede verimli basınç alındığından emin olmak için, DFS bağlanmış vidalı kompresörler kullanılmıştır. Değişken hızlı vidalı kompresörler verimliliği en yüksek seviyeye çıkartırken, geniş yelpazede kapasite kontrol yapılmasına izin veriyor.

NİÇİN TAVİZ?

Değişken hızlı vidalı su soğutucu, pozitif sıkıştırmalı vidalı soğutucular ile değişken hızlı teknolojinin en iyi özelliklerini birleştiriyor. Sonuç taviz vermeyen üstün bir soğutucu. Üç rotorlu olan vidalı bir kompresör sadelik ve güvenilirlik sağlıyor (Şekil 3).



Şekil 3. Üç rotorlu vidalı kompresörün kesiti (Carrier 23XRV)

Doğrudan tahrikli, üç rotorlu tasarım daha kısa rotolarla imkan verir ve çift rotorlu tasarımdan %5-10 daha verimlidir. Üç rotor tepkiyi de dengeler, bu da yatak yükünü azaltır.

RUTUBETLİ İKLİMLER İÇİN BİR DFS SOĞUTUCU

Soğutma yükü azalırken dahi yüksek kaldırma gereksinimi süren uygulamalarda değişken hızlı vidalı su soğutucuları daha başarılıdır.

Bu uygulamaya örnek olarak sıcak ve rutubetli bir iklimde yer alan bir bina verilebilir. Burada soğutma yükleri değişebilir, ama dış hava sıcaklığı hep yüksektir.

Bu koşullarda değişken hızlı vidalı kompresörlü bir su soğutucu, sabit 30°C yoğuşturucu suyu girişi olan tüm değişken hızlı santrifüj kompresörlerden yaklaşık %10-20 daha verimlidir.

SU SOĞUTUCU SEÇME ÖLÇÜTLERİ

Sistemin kısmi yük performansı su soğutucu seçiminde kritik bir etkidir, zira su soğutucular çok ender olarak tam yük tasarım koşullarında çalışırlar.

Danışman mühendisler ve mal sahipleri sistemin kısmi yük performansını kendi özel uygulamaları için seçme kriteri olarak kullanmanın önemini anlamalıdır.

Basit olarak, en düşük sistem kısmi yük performansına sahip ünite, bütün çalışma aralığında en yüksek enerji tasarrufunu sağlayacaktır. Sistem kısmi yükü, toplam yıllık soğutma kW'ı ile çarpılarak, toplam yıllık kilovat-saat tüketim ön görülebilir. Değişken hızlı vidalı bir kompresör soğutucu her tür çalışma koşulunda enerji tasarruf eder.

NOT: bu belgenin içeriğinin doğruluğunu, bütünlüğünü veya yararlığını değerlendirmek kullanıcının sorumluluğundadır. Ne Carrier, ne de iştirakleri bu belgenin içeriğine ilişkin beyan ve taahhütte bulunmuyorlar. Ne Carrier, ne de iştirakleri her hangi bir kullanıcıya veya başka birine karşı, yanlış, hata veya noksan nedeniyle sebebi ne olursa olsun, veya herhangi kullanımdan dolayı meydana gelecek bir hasardan, veya atıftan sorumlu değildir.