

R-22 GAZLI SPLIT SİSTEM SOĞUTMA DEVRELERİNİN DİZAYNI

Nuriye GÜMRÜKÇÜLER

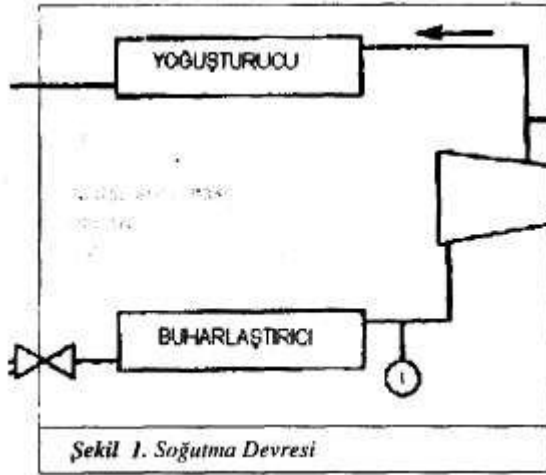
1965 yılında doğdu. 1987 yılında Doku. Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Termodinamik ve Enerji Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl klima ve soğutma konularında imalat, ithalat ve pazarlama yapmakta olan İMAS A.Ş.'inde Satış Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı kuruluşta Genel Müdür Yardımcısı olarak görevine devam etmektedir.

ÖZET

Bu bildiride split sistem soğutma devreleri ölçülendirilmesinde dikkat edilmesi gereken önemli noktalar ve basınç kayıplarının soğutma kapasitesine olan etkileri vurgulanmış, pratikte kullanışlı olan bir ölçülendirme yöntemi çeşitli tablo, şekil ve grafikler yardımı ile anlatılmıştır. Bildirinin son bölümünde ise örnek olarak split sistem bir klima cihazının ölçülendirilmesi yapılmıştır.

GİRİŞ

Bir soğutma sisteminin performansı, kompresör, yoğuşturucu, buharlaştırıcı ve genişleme valfi gibi temel elemanlarının yanında bu elemanları birbirine bağlayan soğutucu akışkan taşıyıcı boruların (emme, basma ve sıvı hatları) (Şekil 1) seçimine de bağlıdır.



Şekil 1. Soğutma Devresi

Genel olarak soğutma devrelerinin tasarımında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

1. Soğutma devresindeki basınç kayıplarının az olması sağlanmalıdır.
2. Soğutucu akışkanın fiziksel durumundaki değişiklikler boru çaplarında değişiklik gerektirir.
3. Genel olarak sistemde kullanılan gaz ile kompresör yağı çok çabuk karışırlar. Kompresörde düzenli ve yeterli yağlamanın temin edilmesi için, basma hattına soğutucu akışkan tarafından kompresörden çıkarılan yağ ile aynı miktarda yağ ile yer değiştirmesi sağlanmalıdır.
4. Soğutma devresi, gaz verilmesi ve vakum işlemleri öncesi olabilecek partiküllerden arınmış, kuru ve temiz olmalıdır.
5. Sıvı halindeki akışkanın kompresöre girişi önlenmelidir. Kompresör münhasıran gaz halindeki akışkan ile çalışmalıdır.
6. Çalışma sırasında kompresöre (gaz hali) yağın düzenli dönüşünün sağlanması, basınç kayıplarının ve aşırı gürültünün önlenmesi için soğutucu akışkanın hızını dikkatli tespit edilmesi gereklidir.
7. Devrenin ölçülendirilmesi minimum soğutucu akışkan alacak şekilde yapılmalıdır. Son seçim daimi akışkan hızı ve meydana getireceği basınç düşümü ile boru maliyeti arasında bir analiz ile yapılmalıdır.

Bildirinin bundan sonraki kısmında, soğulma devresindeki basınç kayıplarının soğulma kapasitesine etkisi üzerinde kısaca durulduktan sonra, soğutma sisteminde soğutucu akışkanı fiziksel özelliklerinin birbirinden belirgin şekilde farklı olduğu 3 ayrı bölümün basınç kayıpları ve boru çapları muhtelif tablolardan yararlanılarak tespit edilecektir.

Tablo 1. Basınç Kayıplarının Soğutma Kapasitesine Etkisi

Basınç Kayıpları	Soğutma Kapasitesi
Emişte 0 °C	% 100
Emişte 1 °C	% 95.7
Basmada 1 °C	% 98.4
Emişte 2 °C	% 92.2
Basmada 2 °C	% 96.8

1. BASINÇ KAYIPLARININ SOĞUTMA KAPASİTESİNE ETKİSİ

Emiş ve basma hatlarındaki basınç düşümleri tesisin toplam soğutma kapasitesinde bir azalma meydana getirir.

Emiş basınç kayıpları, kompresörün buharlaşma sıcaklığındaki emiş basıncından daha düşük emiş basıncında çalışmasına neden olur. Bu durum, kompresörün soğutma kapasitesinde azalma ile sonuçlanır. Pratikte basınç kayıpları, basınç kayıplarına karşılık gelen doyma noktası sıcaklık farkı değeri olarak ifade edilmektedir. Örneğin R-22 için 5 °C buharlaşma sıcaklığına karşılık gelen basınç değeri 583.76 kPa'dır. Emiş hattında 1°C'ye eşdeğer basınç kaybı 18.07 kPa'dır. Bu durumda kompresör aşağıda belirtilen emiş basıncında çalışmalıdır.

$$(583.76 - 18.07) = 565.69 \text{ kPa}$$

Bu değer yaklaşık olarak 4°C buharlaşma sıcaklığına karşılık gelir. Burada emiş hattı basınç kaybı olarak eşdeğer 1°C sıcaklık farkı değeri ifade edilmektedir.

Basma hattındaki basınç kaybı kompresörü daha yüksek yoğunlaşma basıncında çalışmaya zorlar. Kompresörün çalışması için istenmeyen şartlar olan bu durum, soğutma kapasitesinin azalması sonucunu meydana getirmektedir. Yine, basınç kayıpları emiş hattı ile aynı tarzda basınç kayıplarına karşılık gelen doyma noktası sıcaklık farkı olarak ifade edilecektir.

Basınç kayıplarının toplam soğutma kapasitesine olan etkisi aşağıda Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablodaki değerler +4.4 °C buharlaşma sıcaklığına göre dir.

1°C'ye karşılık gelen basınç kaybı için emiş ve basma hatlarında soğutma kapasitesindeki toplam azalma aşağıdaki oranda olmaktadır.

$$(95.7 * 98.4) = 94.17\%$$

Sıvı hattındaki basınç kayıpları ne soğutma kapasitesinde bir azalma, ne de tesisin çektiği elektrik gücünde bir artış doğurur. Bununla birlikte böyle kayıplar akışkanın ani buharlaşma (gaz flashing) riskini önlemeyi minimum seviyede tutmalıdır. Sıvı hattındaki basınç kayıpları, boru cidarında akışkanın sürtünmesi ile ısının üretilmesi ve/veya basınç kayıpları sonucu basıncın düşmesi sonucu akışkanın ani buharlaşmasını meydana getirir.

Termostatik valf kontrolü ile evaporatörde soğutucu akışının düzensiz olmasının önüne geçilerek sıvı hattında akışkanın buharlaşması önlenmeli veya minimum seviyede tutulmalıdır. Sıvı hattındaki basınç kayıpları genellikle (0.5-1°C) arasında olmaktadır. Bununla birlikte bu değer, sıvı akışkanın aşırı soğutulduğu (yüksek aşırı soğutma değerine sahip olduğu) durumlarda daha yüksek olarak gerçekleşebilir. (6-8°C)

2. SOĞUTMA HATLARININ ÖLÇÜLENDİRİLMESİ

ASHRAE standartlarından alınmış olan Tablo , R-22 kullanılan soğutma devrelerinin ölçülendirilmesinde basit ve yeterince kesin bilgileri ile yararlı olarak uygulanabilir. Tablo 2 yoğunlaşma ve emiş gazı sıcaklıklarındaki soğutma kapasitelerine göre emiş, basma ve sıvı hatlarının basınç kayıpları ve çaplarının mühendislik seçimine olanak verir.

bakınız: 12

Tablo 2'de emiş, sıvı ve basma hatları için belirli basınç kayıplarına göre değerler verilmiştir. Bu dikkate alınan

basınç kayıpları eşdeğeri sıcaklık farkı değerleri; (her bir ünite uzunluğu için)

Sıvı hattı $\Delta t=0.0$ k/m Em iş hattı $\Delta t= 0.04$ k/m Basma hattı $\Delta= 0.02$ k/m Sıvı hattı için 0.5 m/sn hızla göre değerler verilmiş bir kolon bulunmaktadır. Bu kolondaki değerler su soğutmalı kondenserli üniteler için kullanılacaktır.

Bu değerler verilirken kondenser ünitesinde sıvı tankının (receiver) bulunduğu dikkate alınmıştır. Sıvı tankının bulunması, evaporatörden kondensere sıvının tümünün kesintisiz dönmesinin garantisidir.

Bu durumda, örneğin su soğutmalı tip bir kondenser ünitesinde klima santrali ile sağlanan oda sıcaklığı akışkanın yoğunlaşma sıcaklığından daha yüksek gerçekleşebilir.

Tablo 2'deki basınç değerlerinden daha farklı değerler söz konusu ise aşağıdaki formülden faydalanılarak soğulma kapasitesinde düzeltme yapılabilir.

$$\text{Soğutma Kapasitesi (KW)} = \text{Kapasite Tablo} * \frac{L_c(\text{tab})}{L_c(\text{eff})} * \left(\frac{T(\text{ist})}{T(\text{tablo})} \right)^{0.85}$$

Kapasite (tablo) = Tablo 2'den alınan soğutma kapasitesi (KW)
 $L_c(\text{tablo})$ = Tablo 2'den alınan eşdeğer boy (1m)
 $L_c(\text{eff})$ = eşdeğer efektif boy (m)

T(ist) = istenen basınç kaybı (°C)

T (tab) = Tablo'dan alınan basınç kaybı (°C)

Tablo 2'de verilen soğutma kapasiteleri 40 °C yoğunlaşma sıcaklığına göre verilmiştir. Farklı yoğunlaşma sıcaklıkları için soğutma kapasitesi Tablo 2'nin altında verilmiş olan düzeltme katsayıları ile çarpılmalıdır.

Basınç kayıplarının hesaplanması ve soğutma hatlarında çapların tespiti için izlenecek yol aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Soğutma hatlarının uzunluğunu boru çalışma uzunluğu için %50 arttırarak eşdeğer test uzunluğunu hesaplayabiliriz.
- Bu uzunluğu kullanarak ve tesisin soğutma kapasitesine, emiş ve yoğunlaşma sıcaklıklarına bağlı olarak Tablo 2'den test çapını hesaplayabiliriz.
- Eşdeğer efektif uzunluğa deneme çapı baz alınarak karar verilebilir. Eşdeğer efektif uzunluk basınç kayıplarının hesaplanmasında kullanılabilir. Soğutma devresindeki akışkanın geçişine direnç yaratan her bir element (dirsek, vana, vs.) için gerçek hat ile aynı basınç kaybını yaratacak eşdeğer boru boyları için Tablo 3-4-5'i kullanabiliriz.

bakınız: 15

bakınız: 16

bakınız: 17

Eşdeğer boru boyları ve boru düz kısımlarının efektif boylarının toplamı gerçek hatla meydana gelen basınç kayıpları ile aynı basınç kayıplarını meydana getiren düz borunun uzunluğunu verir.

$$\Delta T_c = \Delta t (tab) * \frac{L_c (eff)}{L_c (tab)} * \left(\frac{Q (eff)}{Q (tab)} \right)^{1.8}$$

Burada:

T _c	=	Hesaplanan basınç kaybı eşdeğeri sıcaklık farkı (°C)
T (tab)	=	Tablo 2'den alınan basınç kaybı (°C)
L _c (eff)	=	Efektif eşdeğer uzunluk (m)
Q (tab)	=	Tablo 2'nin gösterdiği soğutma kapasitesi (kW)
Q (eff)	=	Tesisin efektif soğutma kapasitesi (kW)

Sonuç olarak yukarıdaki formülü kullanarak hattaki basınç kayıplarını hesaplamak ve seçilmiş olan boru çapının uygun olup olmadığının kararını vermek mümkündür.

ASHRAE standartlarına göre sıvı hالت için kabul edilebilir maksimum basınç kayıpları aşağıda verilmiştir.

Sıvı hattı < 0.5 - 1 K

Aşağıda sırası ile emiş, basma ve sıvı hatlarının ölçülendirilmesi ayrı ayrı ele alınmış ve önemli noktalara dikkat çekilmiştir.

2.1. Emiş Hattı

Emiş hattının ölçülendirilmesi sıvı ve basma hالتından daha fazla kritiktir.

Emiş hattı aşağıdaki hususlar dikkate alınarak ölçülendirilmelidir.

- Düzenli rejimdeki çalışma sırasında uygun, kabul edilebilir bir basınç kaybı sağlanmalıdır.
- Minimum basınç şartlarında bile kompresöre evaporatörden yağın dönüşü sağlanmalıdır.

Pistonlu kompresörlerde basınçlı sıvı akışkan ile yağın karışma eğilimi göstermesi ve mekanik hareket sırasında basma valfinden hatta küçük miktarlarda yağın sızması kaçınılmazdır.

Gaz tarafından taşınan ve sıvı akışkanın içine yayılan yağ, kondensere ve sıvı hatlından geçerek evaporatöre ulaşır. Evaporatör içinde soğutucu akışkanın sıvı halden gaz hale geçişi nedeni ile yağ tamamıyla ayrılır. Bu durumda yağ, gazın çekme etkisi veya ağırlığının etkisi ile veya her ikisinin birden etkisi ile sürüklenerek kompresöre dönebilir.

Boruların düşeyde yükselen kısımları içinde yağın gaz tarafından çekilmesinin sağlanması pratikle kullanışlı bir metottur.

Bu metot, kompresörün çalışma limitleri içinde veya kompresör kapasitesinin düzenlenmesi sırasında gaz akışının azalması nedeniyle meydana gelen soğutma kapasitesinde azalma olduğu zaman, gazın minimum hızlan için geçerli olmaktadır.

Gelişmiş kapasite kontrollü ve çok devreli sistemlerde, kısmi basınçlarda çalışma olduğundan tesisin nominal kapasitesinde azalmalar olacağına dikkat edilmelidir. Bu şartlarda gazın saatlik akış oranı azalmakla ve bunun sonucu olarak gaz hızı düşmektedir. Soğutma devresi dizaynında dikkat edilmesi gerekli olan en önemli noktalardan biri sistemin minimum soğutma kapasitesinde çalışması durumunda bile kompresöre yağ dönüşünün sağlanmasıdır.

Basma hattında (düşey kısımlarında) yağın taşınmasına uygun boru çapları için ASHRAE'nin önerdiği minimum değerler vardır. Bu kısımlar tesisin minimum soğutma kapasitesine uygun olarak ölçülendirilmelidir.

Tablo 6, çeşitli boru çaplarının müsaade ettiği minimum kapasitelerini göstermektedir.

Not: Tablo 6'da verilmiş olan soğutma kapasiteleri 40 °C yoğuşma sıcaklıklarına göredir. Sıvı hattı için daha farklı söz konusu soğutma kapasitesi değerleri aşağıdaki faktörler kullanılarak düzeltilmelidir.

bakınız: 19

Sıvı Sıcaklığı (°C)		
30	40	50
1,08	0,91	0,82

bakınız: 21

Tesis tam yükte çalıştığı zaman emiş hattının düşey kısımlarının doğru ölçülendirilmesi, düşük basınç seviyelerine yağın dönüşünde problemler çıkarabilir. Bu durum basınç kayıplarını yüksek olması sonucu gaz debisinin ve hızının yüksek olması nedeniyle meydana gelmektedir. Bu durumun önlenmesi için düşey hatlarda Şekil 1'de gösterildiği gibi "ÇİFT YÜKSELME" uygulanabilir.

ÇİFT YÜKSELME'de çalışma prensibi şöyledir;

1- Hatlardan biri (A) minimum soğutma kapasitesinde yağın dönüşüne müsaade edecek şekilde ölçülendirilmektedir.

2- Diğer hat (B) iki hattın toplamı olarak (A+B) maksimum soğutma kapasitesi şartlarında (yukarıda belirtilen basınç kayıplarında) normal prosedürdeki tek bir hattan daha büyük ölçülendirilmektedir.

3- Her iki düşey boru arasında bir yağ toplama kapağı mevcut olup, minimum basınçta çalışma halinde buradaki dolu olan yağ (B) hattına girebilecektir. Bu yağ kapağının kapasitesi yağın fazla miktarlarını içinde tutamayacak minimal ölçülerde olmalıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken husus bu yöntemin çok kompresörlü, orta ve yüksek basınçta çalışacak kondenser grupları için gerekli olduğudur. Genellikle kapasite azalmasının minimum %50'ye varabildiği tek kompresörlü sistemlerde bu yöntemi kullanmaya ihtiyaç yoktur.

Basına hattının yatay kısımları, düşük gaz hızlarına bağlı olarak yağın taşınmasına müsaade edecektir. Kompresöre doğru hattın eğimli yapılması (yaklaşık %0.5 eğimli) ağırlığın etkisi ile kompresöre yağın taşınmasını sağlayacak en iyi yöntemdir.

Soğutma devresinde paralel bağlantılı iki evaporatör var ise çalışmayan boş evaporatöre yağın dolması önlenmelidir. Şekil 3a ve Şekil 3b farklı seviyelerdeki iki evaporatör ile daha yüksekteki kompresör arasındaki emiş hattı bağlantısı için iki yöntemi göstermektedir. 3a durumunda, her iki evaporatörden birer yağ kapağı ile yukarı doğru yükselen iki emiş hattı genel hattın üzerine yukarıdan bağlanmaktadır. Bu yağ dönüşünü önler. 3b durumunda, her iki evaporatörün çıkışının düşük seviyede olandan daha aşağı olması yağ toplanmasını önlemektedir. Şekil 4 aynı seviyedeki iki bağlantı şekillerini göstermektedir. Her iki evaporatör ile sırasıyla daha düşük ve daha yüksek seviyelere monte edilmiş kompresör arasındaki bağlantı şekillerini göstermektedir. Her bir evaporatör çıkışının kompresörden önce genel emiş hattına bağlanmadan alçalması yağın toplanmasını önleme yoludur.

bakınız: 22

2.2. Basma Hattı

Basma hattının dizaynında, basınç kayıplarını azaltmak için yukarıda belirtilen ana hatlara ilaveten aşağıdaki şartların da yerine getirilmesi gerekmektedir.

1- Kısmi basınç şartlarında yağın toplanmasının önlenmesi.

2- Kabul edilebilir uzunluktaki dışarıya montajlı hatlarda, kompresörün durması ve alçak basınçta çalışması durumunda sıvı akışkanın ve yağın kompresöre gitmesinin önlenmesi.

3- Yüksek ses seviyesi ve titreşime meydan verilmemesi.

Yağın taşınmasındaki problemler emiş hattı için bahsedilenler ile aynıdır. Tablo 8, emiş hattı için yukarıda verilmiş olan aynı yöntem ile minimum soğutma kapasitelerinde yağın taşınmasına uygun boru çaplarının tespit edilmesinde kullanılabilir.

bakınız: 23

2.3. Sıvı Hattı

Daha önce sıvı hattı üzerindeki basınç kayıplarının tesisin performansına etkisi olmadığını belirtmiştik. Bununla birlikte bu hat üzerindeki basınç kayıpları termostatik valfin fonksiyonlarının bozulmasına sebep olabilir.

Bunun önlenmesi için valfe yalnızca sıvı gelmesi sağlanmalıdır. Bu kondenserde bir aşırı soğutma ihtiyacını

doğurabilir.

Klima sistemlerinde hava soğutmalı kondensatör-unit kullanılması ile sıvı akışkanın sıcaklığını birkaç derece (4-6°C) düşürerek aşırı soğutma yapmak mümkün olmaktadır ve her durumda sıvı sıcaklığı dış hava sıcaklığından daha yüksektir. Bu durumda aşırı soğutma kaybının riski yoktur. Su soğutmalı kondensatörli sistemlerde ise sıvı sıcaklığı dış hava sıcaklığından daha düşük olabileceğinden aşırı soğutma kaybının risk yaratacağı bir gerçektir. Bu durumda sıvı hatlı ve üzerindeki ekipmanlar ve uygun bir şekilde izole edilmelidir.

3. TERS ÇEVİRİMLİ SPLIT SİSTEM SOĞUTMA DEVRELERİNİN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ

Akışkanın hızı, basınç kayıpları ve boru maliyetinin analiz edilmesi neticesinde emiş ve basma hatlarında genellikle farklı çaplar tespit edilmektedir.

Soğutma çevriminin ters dönmesi ile emiş ve basma fonksiyonları yer değiştireceğinden ısı pompası sistemlerin ölçülendirilmesi daha itinalı çalışmayı gerektirmektedir.

Soğulmada emiş hattı olarak çalışmakta olan hat ısıtmada basma hatlı olarak çalışacaktır. Bu hat normal olarak büyük çaplı olacağından akışkan hızında azalma olur ve bu basınç kayıpları için avantaj sağlar.

Eğer kompresör önündeki hatla bir iniş kısmı var ise, yağın taşınması sağlanmalıdır, ısıtma çalışmasında emiş hattının küçük çaplı olması nedeniyle akışkan hızında ve basınç kayıplarında bir artış olacağından bu durum dikkatli değerlendirilmelidir.

4. SOĞUTMA DEVRELERİNİN DİZAYNINDA GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULACAK İLAVE NOKTALAR

Soğutma devresinde çapların ve eşdeğer boru boylarının belirlenmesi sonrası temel devre şeması çizilmeli ve tesisat uygulama detayları için kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır. Bu kademede aşağıda verilen ilave bilgiler önemli olacaktır.

4.1. Bakır Boru Özellikleri

Soğutma devrelerinde kullanılmakta olan bakır boru karakteristik özellikleri Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 9'da ise Tablo 8'de verilen özelliklerdeki borular için ihtiva edecekleri gaz ve sıvı haldeki akışkan ağırlıkları verilmiştir.

4.2. Soğutucu Akışkan Borularının İzolasyonu

Emiş Hattı :

Yoğunlaşmanın olmaması için

emiş hattının mutlaka izole edilmesi gereklidir.

Sıvı Hattı :

Sıvı hattı dış hava sıcaklığının sıvı sıcaklığından daha yüksek olduğu durumlarda izole edilmelidir.

Basma Hattı :

İç kısımlarda yüksek sıcaklık, (kompresör basma sıcaklığı yaklaşık olarak 70-100°C) arasındadır) istenmeyen bir yanma, kontak gibi kazaları önlemek için izolasyon yapılmalıdır.

Küçük kapasiteli sistemlerde emiş ve sıvı boruları aynı kılıf içinde izole edilmiş olarak birlikte yol izleyebilirler. (Heal pump çalışan sistemler için tavsiye edilmez.) Bu durumda kompresöre sıvı dönüşü (sıvı hattının ısınması sonucu olabilecek damlacıklar buharlaşacaktır). Mümkün olmayacağından ve sıvıda aşırı soğutma oluşacağından sistem için önemli avantajlar sağlanır.