

SOĞUTMA VE İKLİMLENDİRME UYGULAMALARINDA R22 ALTERNATİFİ OLARAK R417A KULLANIMI

Yazan:

Neil A. Roberts

Rhodia Organique Fine Ltd
Avonmouth, Bristol, U.K.

Çeviren:

Y.Doç.Dr. Hüseyin BULGURCU

1. ÖZET

Dünyanın bazı bölgelerinde, özellikle Avrupa’da hidrojenli kloroflorokarbonların (HCFC) terk ediş süreci hızlanmaktadır. R22’nin iki alternatifi olarak R407C ve R410A üzerine bir çok çalışmalar yapılmıştır. Ancak R22 yerine bir üçüncü alternatif aday R125, R134a ve R600 karışımı olan R417A mevcuttur.

R417A (ISCEON® 59) birincil olarak R22 yerine iklimlendirme uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirildi, fakat vitrin ticari soğutma kabinleri gibi soğutma uygulamalarında da başarıyla kullanılmaktadır. R417A sıfır ozon delme potansiyeline (ODP), emniyet-zehirlilik yönünden A1/A1 ASHRAE sınıflandırmasına sahip olup madeni, alkil benzen (AB) veya tamamen sentetik (Ester Oil) yağlar ile kullanılabilir.

Bu makalede R417A’nın iklimlendirme, soğutma ve ısı pompası uygulamalarında bazı pratik örnekler üzerinde durulacaktır.

2. GİRİŞ

Montreal Protokolü ile başlayan süreçte 1995 yılında “gelişmiş ülkeler” kloroflorokarbon (CFC) üretimini yasakladı, ardından projektörler soğutma endüstrisinin ana sorunu olan diklorflormetan (R22) gibi ikinci dereceden ozon delen kimyasallara ve onların terk ediş kanunlarına yöneldi.

Mevcut Montral Protokolünde gelişmiş ülkelerde HCFC üretimi 2020 yılında yasaklanacağı açık olarak belirlenmiş olsa da bu tarihin öne alınması için yoğun baskılar vardır ve özellikle Avrupa Topluluğu (EU) gibi bazı otoriteler kendi üretim terk ediş takvimlerini 2010 yılına çektikleri gibi kullanım sınırlamalarını bu tarihten çok öncesine çekmişlerdir.

CFC ve HCFC alternatifleri olarak tek bileşikler veya azeotrop karışımlar araştırılmış ancak gerçekte R12 yerine geliştirilen R134a dışında bu başarılamamıştır.

Karışımı oluşturan elemanların bireysel eksikleri olmaksızın bazı istenen özellikleri elde etmek amacıyla çalışmalar karışım bileşikler üzerine odaklandı. İlk karışım olarak CFC-12 yerine ve CFC içeren azeotropik karışım R502 üretildi. Bu karışımlar başlangıçta madeni ve alkil benzen yağlarla uyumlu HCFC’ler kullanılarak yapıldı. Daha sonra R12, R502 ve R22 yerine ODP değeri sıfır olan, poliol ester yağ gibi sentetik yağlarla uyumlu hidrojenli florokarbonlar (HFC) ile yapıldı. Hidrokarbonlar ve amonyakın kullanımı da dikkate alınmalıdır.

R22 dönüşümünde hidrokarbonların ve amonyağın önemli bir rol oynadığı konusunda şüphe yoktur, fakat muhtemelen mevcut ekipman ve uygulamaların büyük bir kısmında zehirsiz ve yanıcı olmayan R22 yerine sıfır ozon delme potansiyeline (ODP) sahip, yanıcı ve zehirli olmayan bir alternatif aranmaktadır. Mevcut durumda ASHRAE adlandırmaları ile üç karışım potansiyel alternatif olarak önerilmektedir; R407C (R32-R125-R134a karışımı), R410A (R32-R134a karışımı) ve R417A (R125-R134a ve R600). Bu karışımların hepsi yanıcılık ve zehirlilik yönünden en kötü kaçak durum senaryolarına göre tanımlanan ASHRAE standartlarına göre en düşük risk olan A1/A1 sınıfı kriterlerini sağlamaktadır.

R407C fiziksel özellikler olarak R22'ye benzer ve böylelikle benzer tasarımı ekipmanda kullanılabilir. Fakat R407C kullanılması halinde poliol ester yağ (POE) gibi tamamen sentetik yağ doldurulmalıdır. R407C ayrıca pratikte zorluklara yol açan etkili bir sıcaklık kayması gösterir. Özellikle su soğutma gruplarında R22'nin nominal evaporatör sıcaklığı 1°C civarında iken R407C'de çiğ noktası şartları evaporatör boyunca -4°C ila 1°C arasında oluşarak buzlanma tehlikesi doğurur.

R410A da tamamen sentetik yağlayıcılar gerektirir ve fiziksel özellikleri R22'den oldukça farklıdır. Örnek olarak R410A'nın 40°C'deki doyma basınçları R22'den %60 daha yüksektir ve böylece özel tasarımı ekipman kullanımı gerekir. R410A'nın bazı avantajları beklenmedik seviyede yüksek ısı transfer katsayısına sahip olması ve daha küçük kompresör ve borular gerektirmesidir. Buna rağmen karışımın kritik sıcaklığı oldukça düşük olup (72°C) aşırı yüksek ortam şartlarında ve 60°C ve üzerindeki yoğunlaşma sıcaklıklarına sahip ısı pompası uygulamalarında sorunlar çıkarmaktadır.

R417A (ISCEON® 59) R407C gibi R22 ile benzer fiziksel özelliklere sahiptir, ancak yapısı geleneksel madeni yağlar ve alkali benzen yağlar ile kullanıma uygundur. Bu özellik R417A'yı (ISCEON® 59) yeni ve pahalı neme duyarlı (higroskopik) poliol ester yağlar ile değişim olmadan mevcut ekipman ile kullanımda ideal bir akışkan soğutucu yapar.

Açıkçası R407C ve R410A potansiyel alternatifler olmakla birlikte ekipman değişimi gerektirmesi nedeniyle yukarıda açıklanan potansiyel yeni problemler oluşturur. Bu makalede mevcut madeni ve alkil benzen yağlayıcı R22 için kullanılan mevcut ekipmanlarda R417A kullanımı üzerinde ayrıntılı durulacaktır. Bu makale soğutma ve iklimlendirme uygulamalarının her iki grubunu da kapsayan ticari olarak elde edilebilen ekipmanlarda bağımsız kalorimetre ve performans ölçümlerini açıklamaktadır.

3. PERFORMANS DENEYLERİ

3.1 Kalorimetre Deneyleri

Performans deneyleri ağırlıkça %46.6 R125, %50 R134a ve %3.3 R600 karışımı (R417A) ile yapılmıştır. Deneyler ILK'de (Institut für Luft und Kältetechnik, Dresden, Germany), yarı hermetik Bitzer kompresör ile B5.2 madeni yağ, yüzey -boru tipi kondenser ve soğutma kapasitesini dengelemek amacıyla ısıtıcılar takılan yüzey-boru salamura beslemeli evaporatörden oluşan bir sette yapılmıştır. R22 ve R417A aşağıdaki şartlarda test edilmiştir;

Yoğunlaşma Sıcaklığı=40°C

Buharlaşma Sıcaklıkları -20°C, -10°C ve 0°C

Soğutma kapasitesi ve kompresör gücü sonuçları aşağıdaki Şekil-1’de görülmektedir ve R417A’nı soğutma kapasitesinin R22 ile kıyaslanabilir halde iken kompresör güç gereksiniminde önemli bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum soğutma tesir katsayısında (STK) -20°C ‘de %12.5 ila 0°C’de %4.5 arasında artış meydana getirir. Bu büyük STK artışı ekipmanın çalışma zamanı boyunca güç tüketiminde ve böylece çevresel etkisinde, küresel ısınma etkisinde önemli azalmalar oluşturur.

3.2 Ticari Soğutma

Ticari olarak kullanılan bir süpermarket vitrin dolabı Hollanda TNO Çevre Bilimleri, Enerji Araştırmaları ve Proses Yenileştirme Merkezinde denenmiştir. Çalışma Avrupa Standardı EN 441 “Soğutulan vitrin kabinler”, bölüm 4-“Genel Deney Şartları” uygun olarak 3. iklim sınıfında 25°C kuru termometre sıcaklığında ve %60 bağıl nemde yapılmıştır.

Kabin Elektrolux Bedrijfskoeling B.V. firmasından alınmış önden yüklemeli bir kabin (Model EHS 250-3 Roll-in) olup DWM Copeland yarı hermetik kompresöre uyumlu yoğunlaşma ünitesi ile R22 için kullanılan standart madeni yağa sahiptir.

Cihaz başlangıçta 6 kg R22 şarjı ile çalıştırıldı. Ardından cihaz vakum edildi ve 5.6 kg R417A ile dolduruldu. Genleşme valfi referans değerden bir tur sağa çevrilerek ayarlandı. Başka bir değişiklik yapılmadı.

Tablo-1 Elektrolux önden yüklemeli kabinden alınan sonuçlar (Model EHS 250-3 Roll-in)

	R22	R417A
Ilık paket	13.3°C	13.8°C
Soğuk paket	-1.2°C	-1.4°C
Ortalama değerler		
Tüm paketlerin ortalaması	4.6°C	4.9°C
Durma anında evaporatör sıcaklığı	0.5°C	0.5°C
Çalışma anında evaporatör sıcaklığı	7.3°C	7.4°C
Kondenser girişindeki hava sıcaklığı	19.7°C	19.5°C
Çalışma zamanının %75’inde		
Evaporatör çıkışındaki kabin sıcaklığı	-2.45°C	-0.5°C
Kızgınlık	9.2K	8.2K
Kabin girişinde kondenser sıcaklığı	33.0°C	29.7°C
Aşırı soğutma	3.5K	2.3K
Isı atma seviyesi	4880W	4700W

NOT: Tüm soğutucu akışkan verileri Refprex 5.1’den alınmıştır.

TABLO-1’deki sonuçlar R22 ve R417A’ya ait deney paketleri boyunca sıcaklık dağılımlarını göstermektedir. Evaporatör çalışma ve durma (bekleme) konumundaki sıcaklıkların benzer olması son derece önemlidir.

24 saatli çalışma periyodu boyunca R417A’daki kompresörün güç harcaması, R22’ye göre günde 4 saat fazla çalışmasına rağmen, benzerdir (41 kWh). R417A’da toplam zamanı defrost işlemi de arttırmakta olup bu artış 24 saatte sadece 6 dakika tutmaktadır.

TABLO-1’de tipik çalışma şartları ve ayrıca R417A’nın R22’ye kıyasla ısı atma seviyesinin yaklaşık %4 daha az olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar R417A’nın su soğutma işlemlerine uygunluğunun alan çalışması ile desteklenmesi amacıyla aşağıdaki donmuş gıda örneği İsveç’te gerçekleştirilmiştir.

Sistemde her biri 20 kW soğutma kapasitesine sahip iki küçük düşük sıcaklık sistemi vardır. Belli bir uzaklıktaki kompresör -18/-22°C çalışma sıcaklığındaki donmuş muhafaza kabinlerine bağlıdır. R417A’ya dönüşümden sonra kompresör basma hattı sıcaklığının düşmesi dışında cihazın performansında önemli bir değişiklik olmamıştır.

TABLO-2 R22 ve R417A’nın bir süpermarket dondurucusunda karşılaştırılması

Kompresör: Bitzer S4G 12.2		
Yağ : B 5.2 (Standard Bitzer yağ)		
Ölçümler	R22	R417A
Buharlaşma sıcaklığı	-38.8°C	-35.5°C *
Emme hattı basıncı	0.1 bar g	0.2 bar g
Yoğunlaşma sıcaklığı	38.7°C	39.4°C *
Basma hattı basıncı	14.4 bar g	12.8 bar g
Basma hattı sıcaklığı	114.2°C	75.1°C
Sıvı hattı sıcaklığı	33.0°C	32.5°C
Aşırı soğutma	5.7 K	4.5 K

* Ortalama sıcaklık

3.3 İklimlendirme ve Isı Pompaları

R417A özellikle hermetik kompresörlü sistemlerin dönüşümünde kullanışlıdır. Bu çok sayıdaki split iklimlendirme sistemlerinin zamanı gelince dönüştürülebileceğini göstermektedir, ancak 3.1 ve 3.2’de bahsedildiği gibi yapısal çalışmalara gerek yoktur.

Haberleşme sistemleri için özel iklimlendirme sistemleri üreten bir Alman üretici (Weiss Klimatechnik) R417A ve R407C üzerinde çalışmalar yaptı. Cihazda üç adet sarmal kompresör (scroll) kullanılmaktaydı ve oldukça az yer kaplayacak şekilde tasarlanmıştı. Bu kompresör yüksek yoğunlaşma (55°C) şartlarında çalıştırıldı. TABLO-3’te bu çalışmanın detayları verilmiştir.

TABLO-3 R22, R407C ve R417A’nın performans karşılaştırması*

Parametre	Birim	R22	R417A	R407C
Kondenser hava girişi	°C	36.2	35.8	35.8
Kondenser hava çıkışı	°C	48.2	46.8	47.6
Evaporatör hava girişi	°C	23.9	24.3	24.3
Evaporatör hava çıkışı	°C	14.2	14.8	14.6
Basma hattı sıcaklığı	°C	98.5	72.7	88.6
Yoğunlaşma basıncı	bar/°C	19.5 / 52.5	18.5 / 55.5	21.3 / 55.5
Emme hattı basıncı	bar/°C	4.7 / 4.5	4.4 / 7.6	4.6 / 6
Çıkıştaki nem	%	38	39	41
Girişteki nem	%	63	67	65
Güç gereksinimi	kW	5.1	4.6	5.4
Kapasite	kW	14.7	13.8	14.6

* WEISS Klimatechnik GmbH firmasında ARGE bölüm müdürü Stephan Lang ile görüşme yapılmıştır.

TABLO-3'teki sonuçlar tüm soğutucu akışkanların iki anahtar parametre dışında tüm çalışma şartlarında oldukça benzer olduklarını göstermektedir. R407C'nin yoğunlaşma basıncı R22'den önemli ölçüde yüksektir. R417A'nın güç gereksinimi R22'den (-%10.9) ve R407C'den (-%17.4) oldukça düşüktür. R417A'nı kapasitesi R22'den çok az düşük (-%6.5) olsa da soğutma tesir katsayısı (STK) R22 ve R407C'den yüksektir.

TABLO-4 Hava/su kaynaklı ısı pompası sistemlerinin EN 255 standardına uygun olarak yapılmış deney sonuçlarını göstermektedir.

TABLO-4 Hava/su kaynaklı ısı pompası deney sonuçları

Şartlar Dış/İç ortam	R407C		R417A		R407C'den % fark	
	Kapasite/kW	STK	Kapasite/kW	STK	Kapasite	STK
7°C/35°C	9.54	2.55	9.43	3.46	-1.2%	35.7%
2°C /35°C	7.79	2.09	6.83	2.61	-12.3%	24.7%

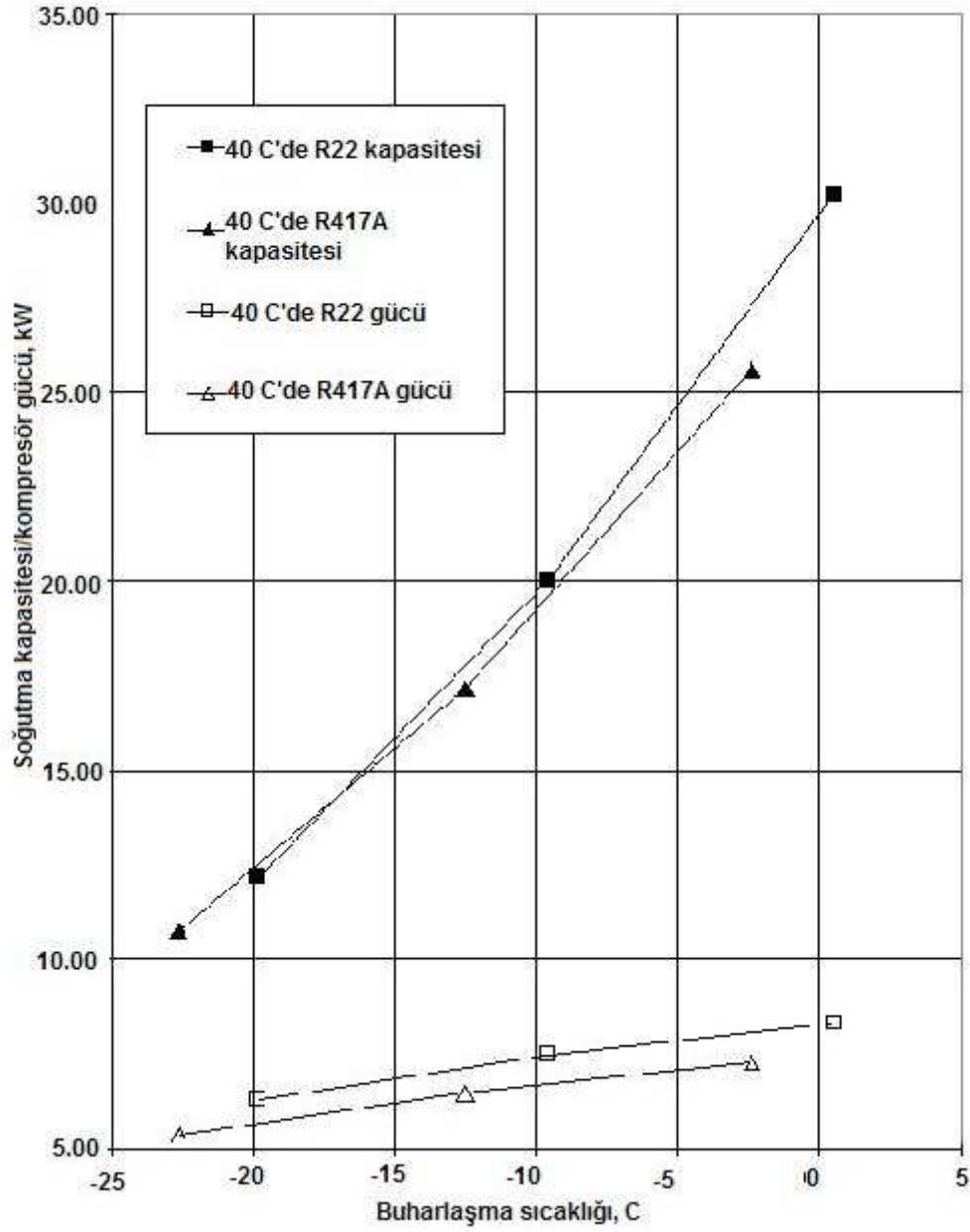
R407C ile denenen bu cihaza göre tasarlanmıştı ancak R417A'nın denendiği cihaz standart olarak R22'ye göre tasarlanmış bir cihazdı. Yapılan tek değişiklik defrost kontrolünü genleşme valfi çıkışından uzakta olacak şekilde yerleştirmekti. Sonuçlardan da açıkça görüldüğü gibi R417A'de bir miktar kapasite düşmesi olsa da R407C'ye göre daha azdı ve STK değerleri ondan daha yüksekti. Düşük kapasitenin anlamı sistemin istenen sıcaklığı sudan almak için daha uzun süre çalışmasıdır fakat STK değerindeki büyük fark R417A için sistem güç tüketimini uygun şekilde azaltmaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu makalede verilen örneklerde R417A'nın soğutma ve iklimlendirme uygulamalarında R22 dönüşümü için iyi bir aday olduğu açıkça görülmektedir. Yukarıda söz edilen R417A'lı tüm durumlarda sistemlerde herhangi bir mühendislik değişim yapılmamıştır ve sistemdeki orijinal yağ aynen kalmıştır.

R417A ile doğrudan doldurma ile performans testi yapıldığında kapasitesi tipik olarak R22 ve 407C'den %5-10 daha azdır fakat STK değeri R22'den özellikle R407C'den önemli ölçüde yüksektir.

Şekil-1 R22 ve R417A'nın ILK'da yapılan (Institut für Luft und Kältetechnik, Dresden, Almanya) performans karşılaştırması



KAYNAK: <http://www.eurocooling.com> 13 Haziran 2006 tarihinde erişildi.