

STUDENT'S MANUAL

TURKISH

Item Code No.

FEN-201/13

P. A. HILTON LTD.

**DENEY
İŞLEMLERİ
VE
BAKIM KİTABI**

MEKANİK ISI POMPASI

R514

R514M/E/2/467

Haziran 1994

FİRMANIN GENEL AÇIKLAMALARI

Satış Sonrası Hizmetler

Biz, P.A. Hilton Ltd. olarak müşterilerimize satış sonrasında yararlı hizmetler sunarak, onların güven ve iyi niyetlerinin devamının sağlanmasına büyük önem veririz. Müşterilerimizin yazışmalarına hemen cevap verilmesi ve genellikle depomuzda bulunabilen parçaların geniş bir stokunu yaparak, müşteriye yedek ve yenilenmesi istenen parçaların hızla ulaşması için her türlü çaba gösterilir.

Müşterilerimize, Hilton ürünlerinin işletme ve bakımında herhangi bir zorlukla karşılaştıkları zaman, ilk adım olarak memleketlerindeki Hilton temsilcisine baş vurmalarını öneririz. Yerel bir temsilcinin bulunmaması halinde doğrudan P.A. Hilton Ltd'e yazmaları gerekir.

Olağanüstü durumlarda cihazların işletmesinde, öğretim ve araştırma programını ciddi bir şekilde aksatacak bir sorun doğabilir. Kullanıcının sorununu hızlı şekilde bize iletilmesinin arzulandığı bu gibi durumlarda, müşterilerimizin bizi ödemeli olarak dünyanın herhangi bir yerinden arayabileceklerini bilmelerini isteriz.

Müşterilerimizin bu hizmeti olağanüstü durum hizmeti olarak kabul etmelerini ve ona göre idareli ve akıllıca kullanmalarını arzu ederiz. Zaman farkı olabileceğini göz önünde tutarak, lütfen telefon etmeden önce anlatmak istediğiniz sorun üzerine notlar alınız. Telefon numaramız "ROMSEY 388382"dir ve normal olarak her gün 24 saat çalışır durumdadır. Telefon konuşması yapılmadan önce faksla ön bilgi verilirse daha da memnun oluruz.

P.A. Hilton Ltd. tarafından imal edilen ürünler gönderilmeden önce daimi tesislerimizde işler durumda kontrol edilir. Horsebridge Mill'e gelen ziyaretçilerin, bir Hilton mühendisinin rehberliğinde cihazlarımızı işletmeleri ve değerlendirmeleri teşvik edilir.

Paul A. Hilton

Gerald A. Hewett

HILTON ÜRÜNLERİNİN YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ

Hilton cihazlarının yapımında kullanılan bütün terkip parçaların imalinde veya işlenmesinde korozyona dayanıklı malzemeler kullanılır.

Malzeme olarak paslanmaz çelik kullanıldığı gibi, diğer bazı demir parçalar nikel veya çinko elektro kaplama ile ya da dış estetiği güzel, dayanıklı bir epoksi reçine ile elektrostatik bir şekilde kaplanır.

Boru fittingleri; pirinç, bronz veya paslanmaz çelikten imal edilir. Bunun yanında kullanım yerine göre boru bağlantıları bakır, plastik veya elektro kaplamalı çelikten imal edilir.

**YERLEŞTİRME, MONTAJ VE İŞLETME TALİMAT DOKÜMANLARI CİHAZLAR İLE
BİRLİKTE TESLİM EDİLİR.**

P.A. HILTON LTD.

Horsebridge Mill, King's Somborne,
Stockbridge, Hampshire, SO20 6PX,
England.

Tel: Ulusal, Romsey (01794) 388382

Uluslararası, +44 1794 388382

Telex: 477538 HILTON G

Fax: +44 1794 388129

ÇEVİRENİN ÖNSÖZÜ

P.A. Hilton Firmasının Eğitim ve Araştırma amaçlı ürettiği cihazlarının kullanım ve deney kitaplarından bir bölümü tarafımdan Türkçe'ye çevrilmiştir.

Çeviri yapılmadan önce, konuyla ilgili Türkçe yazılmış birçok kitap gözden geçirilerek, kavramlar ve teknik yaklaşım irdelenmiştir. Önce kitapların İngilizceleri okunup, kavramlar anlaşıldıktan sonra, çeviriye başlanılmıştır.

Her kitap, dizgiden sonra 3 defa tashih edilerek, imlâ hataları en aza indirilmiş, yanlış veya eksik anlayışlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Çeviri; cihazı kullanacak kişilerin en doğru ve rahat anlayabileceği şekilde yapılırken, orjinal ifadelerin özüne bağlı kalınmıştır.

Cihazı kullananların tenkit ve eleştirileri dikkate alınarak kitabın gelecek baskıları daha iyi hale getirilebilir. Bu tür eleştiri ve tenkitler için faks ve telefon numaram aşağıdadır. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Kitabın dizgisindeki katkılarından dolayı; A.Ü. Çankırı Meslek Yüksekokulu Dizgi Birimi Uzmanı Sayın Bekir DEMİRTAŞ'a ve projede emeği geçenlere teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

01 Ocak 1996

Dr. Rıza GÜRBÜZ
Mak. Yük. Müh.

Tel : (0-376) 213 70 43

Faks : (0-376) 213 36 01

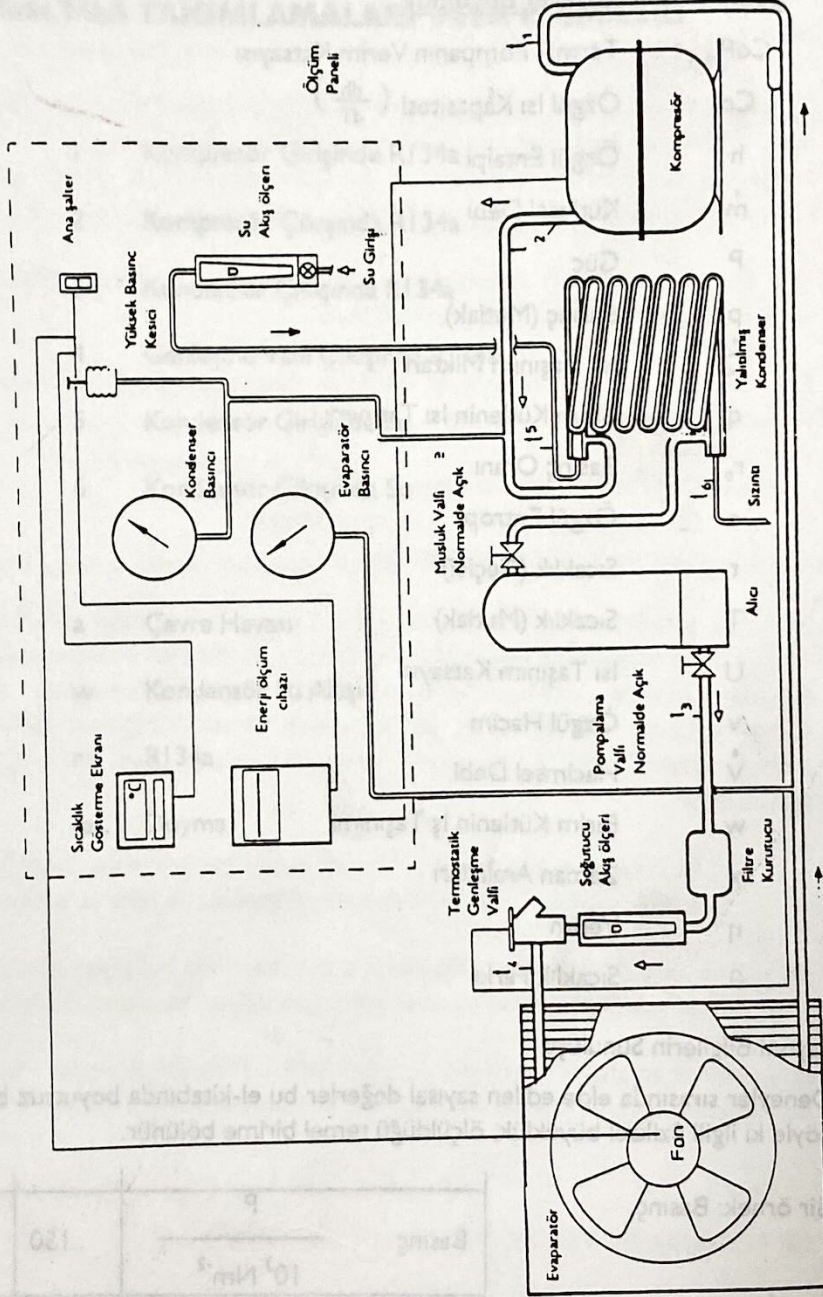
İÇİNDEKİLER

SAYFA

FİRMANIN GENEL AÇIKLAMALARI	i
HİLTON ÜRÜNLERİNİN YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER	ii
ÇEVİRENİN ÖNSÖZÜ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
MEKANİK ISI POMPASININ ŞEMATİK DİYAGRAMI	1
SEMBOLLER VE BİRİMLER	2
KISALTMA TANIMLAMALARI VEYA İFADELERİ	3
GİRİŞ - Isı ve İş	5
ISI POMPASI - Termodinamiğin Ters Kornot ve Buhar Sıkıştırma Çevrimleri	7
DÜŞÜK DEĞERLİ ISI KAYNAKLARI	10
HİLTON MEKANİK ISI POMPASI	11
Özellikleri	11
Tanımlama	13
Montaj	14
İşletme	15
Emniyet Aletleri	16
Sistemin Kapatılması	17
Aşırı Isı Ayarlaması	18
Doldurma (Şarj)	19
Kaçak Arama	19
Yeniden Doldurma	19
Temizlenme	20
Faydalı Bilgiler	21

HİLTON MEKANİK ISI POMPASININ YETENEKLERİ	23
(i) Akım Giriş Gücü, Isı Çıkış Gücü ve Verim Katsayısının Tespiti	25
(ii) Farklı Kaynak ve Sıcaklıklara Bağlı Isı Pompası Verim Eğrilerinin Oluşturulması	27
(iii) Uygulamadaki ve İdeal Dönüşümlerin P-H Diyagramlarının Karşılaştırılması Kondensör ve Kompresör Enerji Dengesinin Tespiti	29
(iv) R 134 a'nın Değişik Buharlaşma ve Yoğunlaşma Sıcaklıklarındaki Özelliklerine Göre Isı Pompası Verim Eğrilerinin Oluşturulması	34
(v) Kompresör Basınç Oranının Hacimsel Verime Etkisinin Yaklaşık Tahmini	38
(vi) Soğutucunun Kondensöre Pompalanmasının Gösterilmesi	42
TİPİK GÖZLEM SAYFALARI (Boş)	45
R134 a 'nın P-H DİYAGRAMI (Boş)	46
ELEKTRİK BAĞLANTI DİYAGRAMI	47
TRANSFORMATÖR BAĞLANTILARI	48
VALF DİYAGRAMLARI	49

Mekanik Isı Pompası R514



SEMBOLLER VE BİRİMLER

Sembol	Fiziksel Büyüklük	Temel Birim
CoP_H	Termik Pompanın Verim Katsayısı	-
C_p	Özgül Isı Kapasitesi ($\frac{dh}{dT}$)	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
h	Özgül Entalpi	$kJ\ kg^{-1}$
$\dot{m}$	Kütleli Debi	$kg\ s^{-1}$
P	Güç	W
p	Basınç (Mutlak)	$N\ m^{-2}$
$\dot{Q}$	Isı Taşınım Miktarı	W
q	Birim Kütleli Isı Taşınımı	$J\ kg^{-1}$
r_o	Basınç Oranı	-
s	Özgül Entropi	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
t	Sıcaklık (Geçici)	$^{\circ}C$
T	Sıcaklık (Mutlak)	K
U	Isı Taşınım Katsayısı	$W\ m^{-2}\ K^{-1}$
v	Özgül Hacim	$m^3\ kg^{-1}$
$\dot{V}$	Hacimsel Debi	$m^3\ s^{-1}$
w	Birim Kütleli İş Taşınımı	$J\ kg^{-1}$
x	Zaman Aralıkları	s
η	Verim	-
θ	Sıcaklık Farkı	K

Sayısal Bilgilerin Sunuluşu

Deneyler sırasında elde edilen sayısal değerler bu el-kitabında boyutsuz bir şekilde gösterilirler. Şöyle ki ilgili fiziksel büyüklük, ölçüldüğü temel birime bölünür.

Bir örnek: Basınç

	P	
Basınç	$\frac{P}{10^3\ Nm^{-2}}$	150

$$\frac{P}{10^3\ Nm^{-2}} = 150$$

Bu gösterir ki

veya

diğer bir şekilde

$$\frac{P}{10^3\ Nm^{-2}} = 150 \times 10^3\ Nm^{-2}$$

$$P = 150\ kN\ m^{-2}(kPa)$$

KISALTMA TANIMLAMALARI VEYA İFADELERİ

- 1 Kompresör Girişinde R134a
- 2 Kompresör Çıkışında R134a
- 3 Kondensör Çıkışında R134a
- 4 Genleşme Valfi Çıkışında R134a
- 5 Kondensör Girişinde Su
- 6 Kondensör Çıkışında Su

a Çevre Havası

w Kondensör Su Akışı

r R134a

sat. Doyma

İSİ DEĞERİNİN YÜKSELTİLMESİ

GİRİŞ

Isı ve İş

Modern termodinamik kitaplarının tümünde; Isı ve İş kavramlarının menşei ve tanımları tartışılır. Bununla birlikte aşağıdaki hususlar hayati öneme sahip olup, ısı pompasının çalışma prensibinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Isı ve İş'in her ikisi de enerji çeşidi olup, aynı birimle ölçülmelerine karşılık doğaları çok farklıdır.

ISI: Sistem ve çevresi arasındaki sıcaklık farkının etkisi altında sisteme nakledilen (+) veya sistemden çekilen (-) enerji olarak tanımlanır.

İŞ: Hareket halindeki bir kuvvet etkisi ile sistemden enerji çekilmesi (-) veya sisteme enerji verilmesi (+) şeklinde tanımlanır.

Misal; Doğrusal kuvvet ve doğrusal hareket
Döndürme momenti ve dairesel hareket
Elektro motor kuvvet ve akım.

Isı düşük dereceli enerji olarak kabul edilir. Kompleks makinalar olmadan, sistem içinde faz veya sıcaklık farkı oluşumuna neden olmanın dışında, ısı transferi ile sürekli olarak çok az iş yapılabilir. Bununla birlikte sıcaklığın elde edilebildiği ısı miktarı arttıkça enerji değeri de artar. Örneğin, çevre sıcaklığı geniş bir ısı kaynağı olmasına rağmen çok az kullanılır. Eğer bir ısı kaynağı sıcaklığı, 60 °C ise çeşitli ev veya herhangi alan ısıtımı gibi değişik amaçlar için kullanılabilir.

Bu kaynağın sıcaklığı 600 °C olduğunda ise çok daha değerlidir. Bu defa endüstriyel amaçlı ısıtmada veya elektrik enerjisi üretimi vb. işlerde kullanılır.

En yüksek sıcaklık değerine sahip elektrik santrallerinde kullanılan ısı enerjisinin %40'ından daha azı iş'e dönüştürülür. Geriye kalan enerji düşük değerli ısı olarak, kullanılmadan dışarı atılır.

İş, enerjinin en değerli şekli olarak kabul edilir. Tüm dış dirençlere karşı hareket ürettiği gibi, ısıtma amacı için (en yüksek sıcaklıklarda) kullanılabilir.

ISI DEĞERİNİN YÜKSELTİLMESİ

Isı derecesini veya kalitesini geliştirmek için yüksek dereceli enerji ile düşük dereceli ısı (bu genelde masrafsız elde edilir) birleştirilmelidir. Sonuçta kalitesi yükseltilmiş enerji, çeşitli ısıtma amaçlarında kullanılması bakımından değer kazanır. Değeri yükseltilecek bu enerjinin toplam maliyeti, yüksek değerli enerji maliyeti, çeşitli yatırımlar ve fabrikanın bakım giderlerinden ibarettir. Yukarıda anlatılan bu işi yapan makineye Isı Pompası denir.

Isı pompasının termodinamik işlemlerinden önce sisteme giren ve sistemden çıkan geliştirilmiş ısınin kalitesine etki eden etkenleri dikkate almakta fayda vardır.

Açıkça görüleceği gibi yüksek dereceli enerjiye verilen katkı;

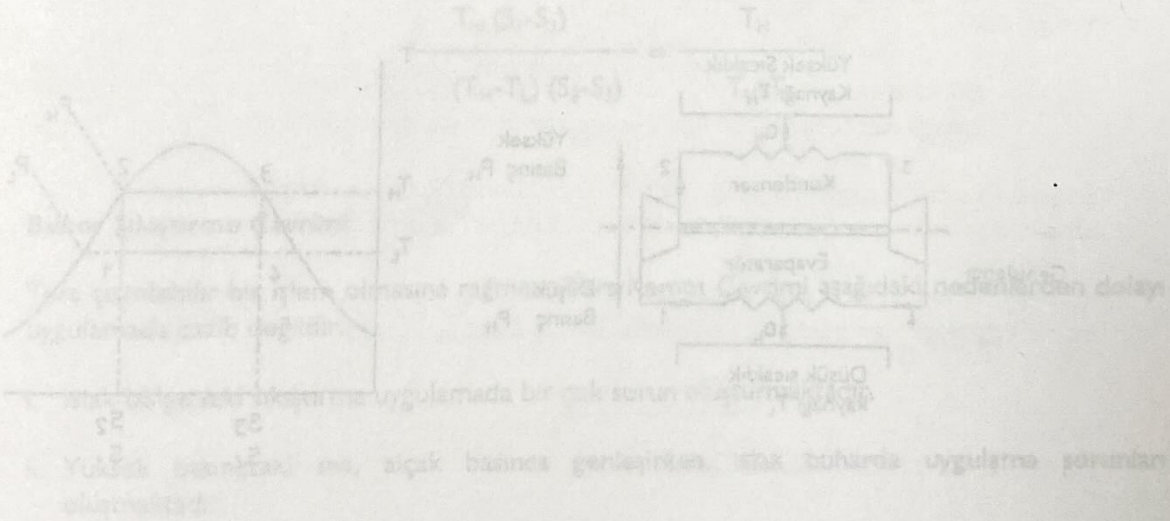
- Büyük miktarda ısı enerjisinin değeri küçük bir iyileştirme (küçük bir sıcaklık artışı vb.) ile daha da artırılır.
- Isı enerjinin küçük bir miktarının geliştirilmesi ancak daha büyük sıcaklık artışı ile olur.

Bir ısı pompasının "verimliliği" aşağıdaki oranla gösterilir.

Geliştirilen faydalı ısı

Yüksek dereceli enerji girişi

Bu değer değişmeyen şekilde birden büyüktür ve bu nedenle verim olarak değerlendirilmez. Verim katsayısı CoP_H olarak vasıflandırılır.



ISI POMPASI

Isı pompasının temel işlevi; düşük değerdeki kaynaktan emdiği ısıyı; mekan ısıtımında, evlerde uygun sıcaklıkta sıcak su temini için ısı enerjisini geliştirmektir. Özel durumlar için daha yüksek sıcaklık eldesi de mümkündür.

Bunu yapmak için ısı pompasının gereksinimleri;

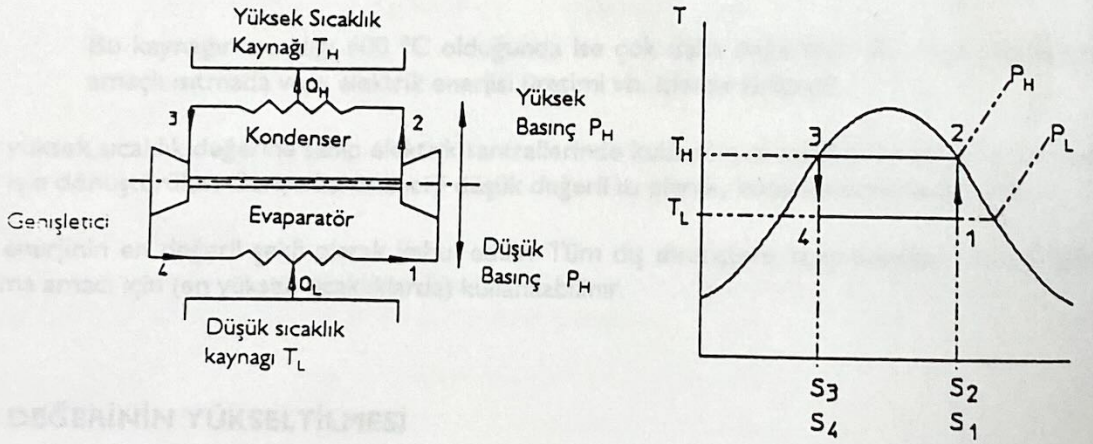
- Düşük değerli ısı girişi (masrafsız temin edilir)
- Yüksek sıcaklıkta ısı enerjisi veya iş biçiminde yüksek dereceli enerji girişi.

Uygulamada; ısı pompaları aldıkları yüksek değerli enerjiyi geliştirerek sisteme ve enerjinin korunumuna önemli katkıda bulunurlar.

İDEAL ISI POMPASI

İdeal motorda olduğu gibi bir ideal pompada içerden ve dışardan tersine çalışabilir olmalıdır. Bu tip bir çok teorik çevrimler vardır. Bunlardan en iyi bilineni Ters Carnot Çevrimidir.

Ters Carnot Çevrimi



Şekil 1: Ters Carnot Çevrimi Sistem Şeması ve T-S Diyagramı

Yukarıdaki diyagramlar; ters karnot çevrimli, buharla çalışan ısı pompasının tesisat şemasını ve T-S diyagramını göstermektedir.

- 1-2 Buhar sabit entropi ile sıkıştırılırken sıcaklık, T_L 'den T_H 'ye yükselir.
- 2-3 Buhar yüksek basınçta yoğunlaşırken, artık ısı yüksek sıcaklık bölgesine gönderilir.
- 3-4 Sıcaklık T_H 'den T_L 'ye düşerken, sabit entropi de (isentropik) yüksek basınçtan alçak basınca düşme olur.
- 4-1 Düşük basınçta buharlaşma olurken, düşük sıcak bölgesinden ısı transferi gerçekleşir.

Yüksek sıcaklık bölgesine ısı transferi $Q_H = T_H (S_2 - S_3)$

Düşük sıcaklık bölgesinden ısı transferi $T_L (S_1 - S_4) = T_L (S_2 - S_3)$

Termodinamiğin Birinci kanununa göre çıkan iş $Q_H - Q_L = (T_H - T_L) (S_2 - S_3)$

Geliştirilen Faydalı Isı

Giren İş

oranı, ısı pompasının verim katsayısıdır. (CoP_H)

Ters Carnot Çevrimi için CoP_H

$$\frac{T_H (S_2 - S_3)}{(T_H - T_L) (S_2 - S_3)} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

Buhar Sıkıştırma Çevrimi

Ters çevrilebilir bir işlem olmasına rağmen, Ters Carnot Çevrimi aşağıdaki nedenlerden dolayı uygulamada cazib değildir.

- i. Islak bölgedeki sıkıştırma uygulamada bir çok sorun oluşturmaktadır.
- ii. Yüksek basınçtaki sıvı, alçak basınca genişlerken, ıslak buharda uygulama sorunları oluşmaktadır.

Genleşmeden küçük miktarda iş eldesi, çevrime giren net işin değerini büyük oranda düşürür.

Uygulamada; ısı pompalarında sıkıştırma, sabit entropi yerine aşırı ısıtılmış alanda veya kısma işlemi sırasında oluşur.



İdealleştirilmiş Buhar Sıkıştırma Çevrimi

Buhar sıkıştırırmalı çevrimli idealleştirilmiş bir tesisin T-S ve P-H diyagramları şekil 2'de görülmektedir.

Çevrim aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir.

- 1-2 Buharın sabit entropili sıkıştırılması; buharlaşma basıncından, yoğunlaşma basıncına doğru olur.
- 2-3 Buhar yüksek basınçla yoğunlaşırken, ısı yüksek sıcaklık bölgesine taşınır.
- 3-4 Yoğunlaştırılmış buhar; adiabatik kısma ile yoğunlaşma basıncından, buharlaşma basıncına düşmektedir.
- 4-1 Düşük basınçlı sıvı buharlaşırken bu sırada oluşan ısı düşük sıcaklık kaynağı tarafından emilir.

Taşınan enerji p-h diyagramından kolayca tespit edilir.

$$W_{1-2} = h_2 - h_1$$

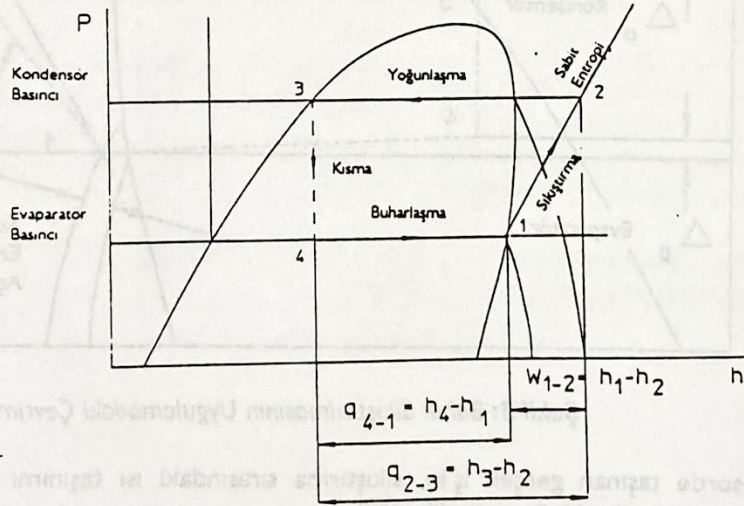
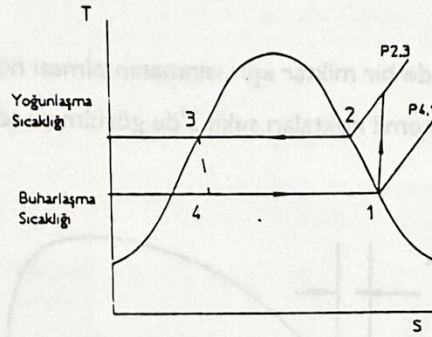
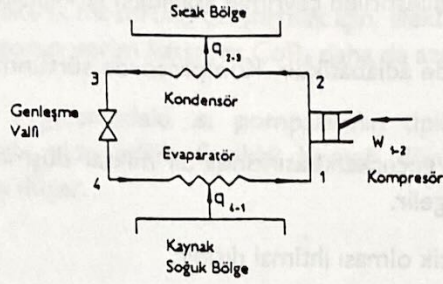
$$q_{2-3} = h_2 - h_3$$

$$h_3 = (\text{kısma işlemleri})$$

$$q_{4-1} = h_1 - h_4$$

$$\text{ve CoP}_H = \frac{\text{Geliştirilen Isı}}{\text{Giren İş}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

İdealleştirilmiş Buhar Sıkıştırma Çevrimi



Şekil 2: İdealleştirilmiş Buhar Sıkıştırma Çevrim Tesisi, T-S ve P-H Diyagramları

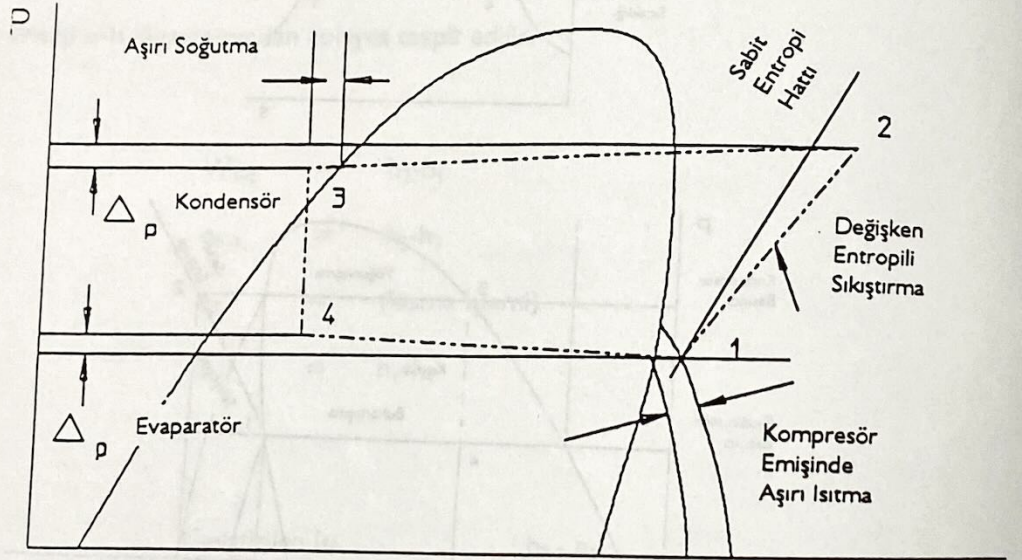
Uygulamadaki Buhar Sıkıştırma Çevrimi

Uygulamadaki çevrim, idealleştirilen çevrimle aşağıdaki farklılıkları gösterir.

- Çevrim ne tersinir ne de adiabatiktir. Kompresörde sürtünme etkileri ve ısı taşınımı birlikte olmaktadır.
- Akışkan kondensörden geçerken basıncında bir miktar düşme olur. Genelde bu sırada sıvıda aşırı soğuma meydana gelir.
- Kısma işleminin adiabatik olması ihtimal dışıdır.
- Uygulamadaki bazı nedenlerden dolayı genelde evaporatördeki işlem sırasında bir miktar basınç düşümü oluşur.

Kompresör emiş bölgesinde bir miktar aşırı ısınmanın olması normaldir.

Uygulamadaki çevrimin önemli noktaları şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3: Buhar Sıkıştırılmasının Uygulamadaki Çevrimi

Kompresörde taşınan gerçek iş'in, sıkıştırma sırasındaki ısı taşınımı değeri olan $h_2 - h_1$ 'den genelde daha büyük olduğu not edilmelidir.

Sabit akış eşitliğinden;

$$q_{\text{komp.}} = h_2 - h_1 + w$$

$$W = h_1 - h_2 + q$$

(Not: Genel dönüşüm ifadeleri kullanılmaktadır.)

Elde edilen iş'e ilaveten kompresörü çalıştıran pompa vantilatör vb. elemanların tahriki içinde iş gerekir. Bunlardan dolayı uygulamadaki ısı pompasının CoP_4 değeri teorik değerinden büyük oranda farklı olacaktır. Elektrik motorunu çalıştırmak için, elektrik enerji girişi olarak, sistemden iş girdisi yapıldığında, motorun verim katsayısı CoP_4 daha da azalacaktır.

Elektrikle tahrik edilen uygulamadaki ısı pompalarının tipik çalışma koşullarındaki verim katsayıları 2 ila 4 arasında elde edilir. Sıcaklık kaynağı düşük, yoğunlaşma sıcaklığı yüksek olduğunda, CoP_H daha da düşer.

DIĞAR ALFTLERİ

5.1.1.1

5.1.1.2

5.1.1.3



DÜŞÜK DEĞERLİ ISI KAYNAKLARI

Uygulamadaki ısı pompaları için geniş çapta düşük değerde ısı kaynağı olmakla birlikte, genelde ısı kaynağı olarak hava veya su kullanılır.

Atmosferdeki mevcut hava ile masrafsız şekilde enerji girişi sağlanır. Bununla birlikte havanın sıcaklığı ve nemi büyük oranda değişime maruz kalır. Aynı zamanda havanın birim hacminin ısı kapasitesi düşük olup, ısıyı kötü iletir. Bu görünen sakıncalarına rağmen, hava özellikle ısıtma ve soğutma cihazlarında düşük değerli kaynak olarak sık sık kullanılır.

Çeşitli soğutma ve havalandırma işlemlerinde düşük değerli ısı kaynağı olarak bazen sıcak hava veya gaz maddelerde kullanılır.

Düşük değerli ısı kaynağı olarak su; nehirlerden, göllerden, denizden, kuyulardan ve soğutma işlemi artıkları ile ev veya endüstri artıkları vb. yerlerden sağlanabilir.

Diğer düşük değerli ısı kaynakları; güneş ışımasını, düşük basınçlı proses buharları, baca veya egzoz gazları vb. maddelerdir.

Soğutucular

Bir soğutucunun soğutma etkisi (soğuk ortamdan ısı çekilmesi vb.) düşük değerli ısı kaynağına bağlıdır. Normalde soğutucu ısını soğutma suyuna veya atmosfere verir. Soğutucudan atılan ısının sıcaklığı artırılarak, ısı kullanışlı hale getirilir. Bu işlem, soğutucunun göreceği vazifeyi ve verim katsayısını olumsuz etkilediği halde küçük iş girdisi ile faydalı ısı çıktısı elde edilebilir.

Düşük değerli ısı kaynağının her durumda kullanılabilmesi için kaynağın güvenilir, mümkün olan en üst sıcaklıkta ve masrafsız olması gerekir.

HİLTON MEKANİK ISI POMPASI

Bu cihaz öğrencilerin; buhar sıkıştırma çevrimi ile çalışan ısı pompasının özelliklerini, verimini tam olarak anlayıp değerlendirmelerine imkan sağlamak üzere tasarlanmıştır. Cihaz kompresörü, elektrik motoru ile tahrik edilmektedir. Düşük değerli ısı kaynağı atmosferdeki havadır. Cihaz tarafından üretilen ısı, su ile taşınmakta olup, ısı kaynağına (hava) bağlı olarak sıcaklık 55 °C'ye kadar çıkabilir.

Sisteme verilen iş; hermetik (hava geçirmez) kompresöre verilen elektrik enerjisi aracılığı ile sağlanır.

ÖZELLİKLERİ

- Taban Plakası ve Panel :** Yüksek kaliteli, cam takviyeli plastikten yapılmış olup, tüm cihaz elemanları panel üzerine monte edilmiştir.
- Soğutucu :** Tetrafloraetan: CH_2FCF_3 (R134a)
- Kompresör :** Hermetik şekilde kapatılmıştır. Süpürme hacmi $8.85 \text{ cm}^3/\text{dev.}$, Dairesel hızı 2800 d/dk, frekansı 50 Hz, - 3400 d/dk'da 60 Hz, Aşırı ısı yüküne karşı korumalıdır.
- Kondensör :** Borular tek yönlü, paralel akışlı, su soğutmalı
- Hazne :** Kapasitesi 1.6 litre, musluk valfi açılarak hazneden sisteme soğutucu akışkan pompalanır.
- Genleşme Valfi :** Termostatik kontrollü olup, el kumandası ile aşırı ısıtma uyarı yapılır. Evaporatöre giden R134a'nın debisini kontrol eder.
- Evaporatör :** Sürekli borulu, dıştan kanatlı olup, bakır/alüminyum veya galvanizlenmiş çelikten yapılmıştır. Yoğunlaşan sıvının akacağı bir çanağı olup, hava vantilatörlüdür.

ÖLÇÜM ALETLERİ

- Elektrik Enerji Sayacı :** (Watt-saat ölçücü) Kompresör tarafından kullanılan gücü ölçmek için kronometre ile birlikte kullanılır.
- Su Debi Ölçeri :** Kondenserdeki akan suyun debisini ölçer.



- R 134a Akış Ölçeri : R 134a'nın kütleli debisini ölçer.
- Sıcaklık Ölçümü : 0.1 derece hassasiyetinde, düğmeli dijital termometre ve termokapıl (ısı çift) ile önemli sıcaklıkların hepsi ölçülür.
- Basınç Göstergesi (2) : Evaporatör ve kondensördeki basınçları sıra ile ölçmek için kullanılır.

EMNİYET AYGITLARI

- Elektrik : Tüm elektrikli parçalar topraklanmıştır. Sistem küçük devre kesiciler ve artık akım devre kesiciler ile korunmaktadır. Kompresörde aşırı yükü karşı koruma vardır.
- R 134a Yüksek Basınç Kesicisi : Kondenser basıncı 1500 kPa'yı aştığında kompresör düğmesi basınç kesici ile kapanır.

CİHAZ BOYUTLARI

Yükseklik	= 415 mm
Genişlik	= 950 mm
Derinlik	= 600 mm
Ağırlık	= 48 kg

CİHAZIN ÇALIŞTIRILMASI İÇİN SAĞLANMASI GEREKLİ İHTİYAÇLAR

- Elektrik : 220/240 V, 2.5 Amp., Tek faz, 50 Hz veya 110 V, 5 Amp. Tek faz, 60 Hz (En yüksek yük yaklaşık 500 W)
- Soğuk Su : 10 m yükseklikte eş değer basınca sahip (en az), yaklaşık saatte 180 litre suya ihtiyaç vardır.

TANIMLAMA (Sayfa 1'deki şematik diyagrama bakınız.)

Havadan düşük değerli ısı girişi ile üretilen buhar, R134a evaporatörüne kompresör ile çekilir. Kompresör R134a'nın basıncını artırır ve sıcak buharını R134a/su kondensörüne verir. Sıcak buhar burada sıvı haline gelir ve ısıyı suya geçirerek suyun sıcaklığını artırır. Yüksek basınçlı R134a sıvısı bundan sonra termostatik kontrollü genişleme valfinden buharlaştırıcıya geçerken kısılr ve basıncı düşürülür. Evaporatörde sıvı tekrar buhar haline geçer.

Vantilatörlü ısıtıcıdan çıkan ısınmış hava, hava girişine yönlendirilerek buharlaşma sıcaklığı yükseltilebilir. Buharlaşma sıcaklığını azaltmak için hava girişinin bir kısmı ince saçlı bir plaka veya mukavva ile kapatılır. Yoğunlaşma sıcaklığı; suyun debisi ve sıcaklığı ile belirlenir.

Isı pompasını çalıştıran elektrik motorunun giriş enerjisinin değeri ise enerji sayacından okunur.



MONTAJ

Isı pompasını kutusundan çıkarın ve zarar ziyan kontrolü yapın. Eğer bir hasar bulunursa sigorta şirketini hemen haberdar edin.

Isı pompasını; suyun, giriş ve tahliyesi ile elektrik bağlantılarının rahatlıkla yapılabileceği bir yere yerleştirin.

Soğuk suyu, cihaz panosunun arkasındaki su giriş bağlantısına bağlayın ve diğer su bağlantısını boşaltma noktasına yapın. Bunu yaparken suyu tercihen ateşe dayanıklı bir huni içerisinden geçirin ki öğrenciler su sıcaklık derecesini test edebilsinler.

Elektriği cihaz üzerindeki uygun terminallere bağlayınız.

Kahverengi tel ELEKTRİK hattına bağlanmalıdır.

Mavi tel NÖTR hattına bağlanmalıdır.

Yeşil-sarı tel TOPRAK hattına bağlanmalıdır.

Emniyetli çalışma için iyi bir topraklama şarttır.

110/120 Voltluk Ünite

Bu ünite bir transformatörle birlikte sağlanacaktır. Giriş gerilim değerleri 130 ve 110 volt arasında 110'dan 130 V'a 5 voltluk kademelerle elde edilebilir.

Transformatöre bağlantı yapılmadan önce bölgesel voltaj ölçülmelidir. Bu değer belirlendikten sonra güç kaynağı elektrik girişi, terminalin en yakın voltaj ucuna bağlanmalıdır. Güç kaynağının nötr ucu terminalin 0 V ucuna ve güç kaynağının toprağına bağlıdır. Toprak bağlantısı "E" veya $\perp$ şeklinde işaretlenmiştir. (Kitabın arka kısmındaki TRAN100 diyagramına bakınız.)

Güç kaynağı kablosu, düğmeler ve sigorta çıkışları, 5A için uygun olmalıdır. Bağlantılar bölgesel elektrik değerlerine cevap verecek özelliklere sahip olmalıdır.

İŞLETME

Suyu açarak akışkan debisini yükseltin.

Giriş ve çıkış valf düğmelerini saat ibresi tersinde çevirerek, valfleri açınız.

Ana şalteri açın.

R134a akış ölçer borusu içinde kısa müddetli bir geçişten sonra akışkan debisi dengeli hale geçer. Isı pompası, kabiliyeti çerçevesinde ve her türlü koşullarda çalışmak üzere hazırdır. Ölçüm cihazları ile, sıcaklık ve basınç değerleri mümkün olan en hassas şekilde ölçülebilir.

Minyatür Devre Kesici (MCB)

On paneldeki ON/OFF düğmesi MCB'dir. Kısa devre veya aşırı yükten korunmak için, cihaz çalışırken, bu düğmeye dokunulmamalıdır. Eğer bu kesici çalışmıyorsa, cihaz güç kaybetmektedir ve yeniden çalıştırılması için yüklemenden dolayı, kesicinin değiştirilmesi gerekir.

Arık Akım Devre Kesici (RCCB)

Panelin içine yerleştirilmiştir. 30 mA'dan daha fazla olan bir akım, cihaz ve operatörün korunması için, cihazı otomatik olarak keser.

RCCB'nin Test Edilmesi

RCCB, belirli aralıklarla düzenli aralıklarla test edilmelidir. Arık paneli kullanarak cihaz çalıştırarak RCCB'nin test edilebilirliğini "Test" veya "T" yazılı düğmeye basarak Cihazın İçindeki BAŞKA BİR ŞEY DOKUNMAYINIZ. RCCB çalışırken, büyük bir akım (ON) den OFF (O) konumuna geçilir. Böylece cihaz ana güç kaynağından izole edilir. Eğer bu olmazsa RCCB çalışmaz. Kilitli bir elektrikli cihazın test edilmesi tehlikelidir veya değiştirilmelidir.

Kolu, tekrar ON (I) konumuna çevirerek, cihazın enerjiyi düğmesini çalıştırınız.

Arık paneli tekrar kapatınız.



EMNİYET ALETLERİ

Kondenser'deki basınç 1500 kN m^{-2} göstergesinin üzerine çıktığı zaman (örneğin yetersiz su akış miktarı sebebi ile) yüksek basınç devre kesicisi, kompresörü otomatikman kapatacaktır. Basınç 800 kN m^{-2} göstergesine düştüğü anda kompresör yeniden çalışmaya başlayacaktır. Kondenser su akış debisi yükseltilerek bu işlem hızlandırılabilir. (Kondenserdeki su akış debisi azaltılıp basınç 1500 kN m^{-2} göstergesine getirilerek, zaman zaman yüksek basınç kesicinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.)

Kompresöre aşırı yükleme olduğunda (örneğin kaynaktaki aşırı sıcaklıktan dolayı) termik devre kesici, kompresörü otomatikman kapatacaktır. Kompresör soğuduktan sonra tekrar çalışmaya başlayacaktır.

Minyatür Devre Kesici (MCB)

Ön paneldeki ON/OFF düğmesi MCB'dir. Kısa devre veya kısa yoldan topraklamanın neden olduğu olaylarda devreyi keser. Eğer bu kesme işlemi olmazsa, cihaz güç kaynağından ayrılamayacağından dolayı, kestirilemeyecek değerdeki aşırı yüklemekten dolayı operatör ve cihaz zarar görür.

Artık Akım Devre Kesicisi (RCCB)

Panelin içine yerleştirilmiştir. 30 mA'den daha fazla olan giriş ve çıkış akımlarını toprağa vererek cihazı ve operatörü korumaktadır.

RCCB'nin Test Edilmesi

RCCB ehliyetli kişilerle, düzenli aralıklarla test edilmelidir. Arka paneli kaldırarak cihazı çalıştırınız. RCCB'nin üzerinde "Test" veya "T" yazılı düğmeye basınız. CİHAZIN İÇİNDEKİ BAŞKA BİR ŞEYE DOKUNMAYINIZ. RCCB üzerindeki büyük kolu hemen ON(I) den OFF (O) konumuna getirin. Böylece cihaz ana güç kaynağından izole edilir. Eğer bu olmazsa RCCB arızalıdır. Kalifiye bir elektrikçi tarafından tamir edilmelidir veya değiştirilmelidir.

Kolu tekrar ON (I) konumuna çevirerek, cihazın enerji düğmesini çalıştırınız.

Arka paneli tekrar kapatınız.

SİSTEMİN KAPATILMASI

Cihaz kapatılmadan önce kondenserdeki su akış debisi bir veya iki dakika için maksimuma getirilir, bundan sonra sistem kapatılarak, sisteme gelen bütün sular kesilir.

Sistem içindeki suların tamamının hazneye dönüşü sağlanmalı, sistemde su kalmamalıdır.

AŞIRI ISI AYARLAMASI

Kompresöre giren buhara takriben 5K'ya kadar aşırı ısı verilmelidir (t_1 sıcaklığı olan 5K, buharlaşma basıncındaki doyma sıcaklığından daha yüksek olmalıdır). Aşırı ısıtma sıcaklığı çalışma şartlarına bağlı olarak değişir.

Eğer bir ayarlama yapılması gerekiyorsa genişleme sürgüsündeki konik şekildeki kapağı gevşeterek sökün. Kapaktaki kare yuva ile birlikte kare başlı düğmeyi saat ibresi yönünde çevirerek ısı miktarını artırın. Ayarlamalar tedricen yapılmalıdır, iki ayarlama arasında yeterli zaman bırakılarak denge sağlanmalıdır.

DOLDURMA (ŞARJ)

Kompresörün şarj bağlantı noktası, kompresörün sol tarafına yerleştirilmiştir.

Isı pompası P.A. Hilton Ltd. Şirketi tarafından yollanmadan önce 0.75 kg'lık R134a ile doğru olarak yüklenmiştir. Tekrar yükleme ihtiyacı uzak bir ihtimaldir.

Sistem çalışma halinde iken R134a akış ölçer üzerindeki gaz hareketleri sürekli olarak soğutucu eksikliğine işaret eder (Çalışma başlangıcında ve kondenser basıncındaki ani azalmada görülen az miktardaki gaz hareketinin önemi yoktur).

KAÇAK ARAMA

Devrede basınç olduğu müddetçe kaçaqlar, sabun solüsyonu veya bir elektronik kaçak detektörü ile tespit edilebilir. R134a için özel olarak tasarlanmış gaz kaçak detektörü kullanılabilir. Klasik R12 detektörü küçük R134a kaçaqlarını tespit etmekte olumlu sonuç vermez.

Eğer sistem tamamıyla boşalmış ise, kaçak akışkan araştırılması yapılmadan önce sistem basıncı R134a + N₂ ile birlikte yaklaşık 800 kN m⁻²'ye getirilmelidir.

Eğer sistem içine N₂ veya hava kaçmış ise yeniden yükleme yapılmadan önce, bir vakum pompası yükleme noktasına bağlanarak 10mm Hg mutlak basınca kadar havası alınmalıdır.

Vakum pompası, su buharının sistemden tamamen çekilmesini temin için en az 20 dakika çalıştırılmalıdır.

YENİDEN DOLDURMA (RECHARGING)

Bir R134a silindirini yükleme noktasına bağlayın. Silindir üzerindeki valfin en üst konumda olmasına dikkat edilmelidir. (Böylece, sisteme sadece buhar girebilir.) Yükleme borusunu boşaltarak temizlemek için kompresör tarafındaki bağlantısını gevşetin ve ondan sonra silindir üzerindeki vanayı yavaşça açın. Gevşek bağlantıdan az bir buhar sızıntısına müsaade ettikten sonra bağlantıyı sıkıştırın ve sonra yükleme vanasını aşağı yukarı iki tur saat ibresi yönünde çevirerek açın. Kompresörü çalıştırın ve R134a'nın sisteme her seferinde 1 dakika kadar akışını sağlayın. R134a'nın akış sayacındaki tüm gaz hareketleri ortadan kalkıncaya kadar bu şekilde yüklemeye devam edin. Sonra 0.25 kg'lık bir ilave daha yapın.

Bütün vanaları kapatın, yükleme borusunu çekin ve yükleme noktası kapağını tekrar yerleştiriniz.



TEMİZLEME

Bazı koşullarda hava buharlaştırıcısının üstü kalın bir toz veya kir tabakası ile kaplanabilir. Bu kir yumuşak bir fırça kullanarak ya sıkıştırılmış havalı fiskiye ile ya da elektrik süpürgesi ile temizlenebilir.

FAYDALI BİLGİLER

Wattsaat metre (1 kWh = 3.6×10^6 J)

Wattsaat metre üzerindeki disk, enerji tüketildiği müddetçe döner ve 1 kW saatlik tüketim için kaç devir yapıldığı sayaç üzerinde görülür.

220/240 V birim için oran genellikle şöyledir:

Her kWh (3.6×10^6 J) için 166.66 devir

veya her kWh (3.6×10^6 J) için 150 devir'dir.

veya her kWh (3.6×10^6 J) için 240 devirdir.

Bu oranlar sırası ile aşağıdaki sayacı sabitesini verirler.

$$\frac{3.6 \times 10^6}{166.66} = 21600 \text{ J devir}^{-1}$$

$$\text{veya } \frac{3.6 \times 10^6}{150} = 24000 \text{ J devir}^{-1}$$

$$\text{veya } \frac{3.6 \times 10^6}{240} = 15000 \text{ J devir}^{-1} \text{ dir}$$

Böylece eğer sayaç sabitesi her devir için (x) saniye zamanı ile bölünürse, elektrik gücü doğrudan Watt olarak elde edilir;

$$\text{Elektrik giriş gücü} = \frac{\text{sabite}}{x} \text{ W}$$

110 Voltluk gerilim farkı ile çalışıldığında transformatör kullanılacağından güç değeri 1.04 katsayısı ile çarpılır. Enerji ölçüm cihazının 60 Hz de çalıştığı dikkate alınır.

Not: Bu kitapta yapılan hesaplar için "Her kWh için 166.66 devir" metresi kullanıldığından dolayı;



$$\text{Güç} = \frac{15000}{x} \text{ W}$$

Herhangi bir hesap yapılmadan önce sayaç sabitesi kontrol edilmelidir.

Kompresör Silindir Hacmi

Kompresör silindir hacmi her devir için 8.85 cm^3 'dür.

Kompresör hızı; ana frekans, voltaj ve yüke göre değişir.

Tipik bir örnek olarak 50 frekansa (50Hz) kompresör hızı dakikada 2800 devirdir ve 60 frekansa (60Hz) ise dakikada 3350 devirdir.

RI34a Akış Ölçer

Akış ölçer, 20 Santigrad derecedeki RI 34a için ayarlanmıştır. Akış ölçer şamandırası ve sıvı bağıl yoğunlukları arasındaki ilişkilere göre yeni düzenlemeler yapılarak RI 34a değişik sıcaklık değerleri için yeni düzenlemeler yapılabilir.

HILTON MEKANİK ISI POMPASININ YETENEKLERİ

Bu sistem oldukça önemli miktarda bilgi verir. Bu bilgiler analiz edildikten sonra buhar kompresör çevrimleri ve ısı pompasının tüm karakteristikleri elde edilir.

Isı pompasının yetenekleri arasında şunlar vardır:

- i. Akım giriş gücü, ısı çıkış miktarı ve verim katsayısının tesbiti.
- ii. Farklı ısı kaynakları ve sıcaklık değerlerine göre ısı pompası verim eğrilerinin çıkarılması.
- iii. Uygulamadaki ve ideal çevrimlerin p-h diyagramı üzerinde karşılaştırılması ve kondenser ve kompresör için enerji dengelerinin tesbiti.
- iv. R134a özelliklerinin temeline dayanarak çeşitli buharlaşma ve yoğunlaşma sıcaklıklarına göre Isı Pompası Verim Eğrilerinin oluşturulması.
- v. Kompresör basınç oranının hacimsel verime olan etkisinin yaklaşık tespiti.

Sayfa 26'da bir örnek deney tablosu gözlemlerle birlikte verilmiştir. Bu gözlemler, takip eden sayfalardaki hesaplamalarda kullanılmıştır.

Üretim toleransı nedeni ile her sistemin sahip olduğu verim, gelecek sayfalarda değişik değerlerde olabilir, fakat karakteristikleri ve doğrultularının benzer olacağı aşikardır.

1.21	1.17	0.18	0.22	0.15	1.42	1.15	Kompresör girişi
0.91	0.87	0.13	0.17	0.10	0.75	0.65	Kondenser girişi
0.88	0.79	0.11	0.15	0.08	0.72	0.62	Evaporator girişi
0.88	0.77	0.11	0.15	0.08	0.72	0.62	Kalori debisi
1.41	1.37	0.10	0.14	0.07	1.41	1.15	Kondenser çıkışı
1.39	1.35	0.09	0.13	0.06	1.39	1.13	(Kondansatör)

HİLTON MEKANİK ISI POMPASI

GÖZLEMLER

Tarihi/...../.....

Referans:

Atmosfer basıncı: 749 mm Hg basıncı

Atmosfer sıcaklığı: 20.8 °C

		Deney	1	2	3	4	5	6
Elektrik	Sayacın bir devri için geçen süre	$\frac{x}{s}$	45.0 17,0	43.8 52,6	42.4 20,7	40.4 98,8	39.9 18,6	39.1 20,4
	Kütlesel debi	$\frac{\dot{m}}{g \cdot s^{-1}}$	5.5 14,5	5.3 37	5.3 4,0	5.0	5.0	4.5
R134a	Kompresör emiş (Evaporatör) basıncı	$\frac{P_1}{kN \cdot m^{-2}}$ (gösterge)	260 250	263 260	262 261	263	270	270
	Kompresörün çıkış (kondenser) basıncı	$\frac{P_2}{kN \cdot m^{-2}}$ (gösterge)	700 510	800 420	900 670	1000	1140	1200
	Kompresör emiş sıcaklığı	$\frac{t_1}{^{\circ}C}$	16.3 16,6	15.1 16,2	15.8 16,2	14.6	14.5	14.8
	Kompresör çıkış sıcaklığı	$\frac{t_2}{^{\circ}C}$	56.7 55,4	61.7 55,1	65.6 58,7	69.8	72.4	75.1
	Kondenser çıkış sıcaklığı	$\frac{t_3}{^{\circ}C}$	21.8 20,7	23.5 18,1	24.8 20,2	26.5	28.2	28.9
	Evaporatör giriş sıcaklığı	$\frac{t_4}{^{\circ}C}$	8.0 7,8	8.7 6,9	8.6 4,7	9.3	9.6	8.8
Su (Kondenser)	Kütlesel debi	$\frac{\dot{m}_w}{g \cdot s^{-1}}$	37.5 19	23.8 30	16.5 10	13.0	11.0	8.0
	Kondenser giriş sıcaklığı	$\frac{t_5}{^{\circ}C}$	16.2 13,4	17.0 13	17.6 14,7	18.0	18.2	18.4
	Kondenser çıkış sıcaklığı	$\frac{t_6}{^{\circ}C}$	23.5 20,6	28.2 18,2	33.5 28,2	36.6	39.8	46.2

(i) AKIM GİRİŞ GÜCÜ, ISI ÇIKIŞ GÜCÜ VE VERİM KATSAYISININ TESPİTİ

İşlemler

Kondenser suyunu yaklaşık maksimum debinin 0.3 değerine getirdikten sonra sistemi açınız ve sistemin dengeli hale gelmesini bekleyin.

Ondan sonra aşağıdaki tabloda gösterilen unsurları kayıt alın:

			Örnek
Enerji sayacının bir deviri için geçen süre	x/s	56.52	43.8
Oda sıcaklığı	t ₂ /°C	20.8	20.8
Kondenser su giriş sıcaklığı	t ₅ /°C	17.1	17.0
Kondenser su çıkış sıcaklığı	t ₆ /°C	28.2	28.2
Kondenser suyunun kütleli debisi	$\dot{m}_w/g\ s^{-1}$	10.20	23.8

Kondensör 875 / 1400 kN/m²
Evaporatör 240 / 220 kN/m²

Hesaplar:

$$\text{Akış Giriş Gücü} = \frac{15000}{x} \text{ W}$$

$$= \frac{15000}{43.8} \text{ W}$$

$$= 342 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{Çıkan Isı Gücü} &= \dot{m}_w C_{pw} (t_6 - t_5) \\ &= 23.8 \times 10^{-3} \times 4180 (28.2 - 17.0) \text{ w} \\ &= 1114 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{CoP}_H = \frac{\text{Çıkan Isı Gücü}}{\text{Giriş Gücü}}$$

$$= \frac{1114}{342}$$

$$= 3.26$$

Böylece ısı pompası 20.8 °C sıcaklıktaki havadan ısı absorbe ederek ve 28.2 °C sıcaklıkta su verirken kullandığı enerji, aynı şartlarda, elektrik enerjisi kullanılarak üretilen ısı enerjisinden 3.26 kat daha fazladır.

$$\begin{aligned} 15000 &= 2.85 \\ 24000 &= 1.78 \\ 21600 &= 1.98 \end{aligned}$$

(ii) FARKLI KAYNAK VE SICAKLIKLARA BAĞLI ISI POMPASI VERİM EĞRİLERİNİN OLUŞTURULMASI

İşlemler

Kondenser suyunu, maksimum akış miktarının 0.8'i kadar açınız, sonra sistemi çalıştırınız ve ısı pompasının dengeye gelmesini sağlayınız. Aşağıda işlemleri uygulayınız.

Hava sıcaklığını sabit tutarak kondenser su akış miktarını düşürünüz, t_6 , 6K oluncaya kadar ısıyı yükseltin, ısı pompası dengeli hale geldikten sonra gözlemleri tekrarlayın.

t_6 aynı artışlarla 55°C dereceye erişinceye kadar işlemi tekrarlayın.

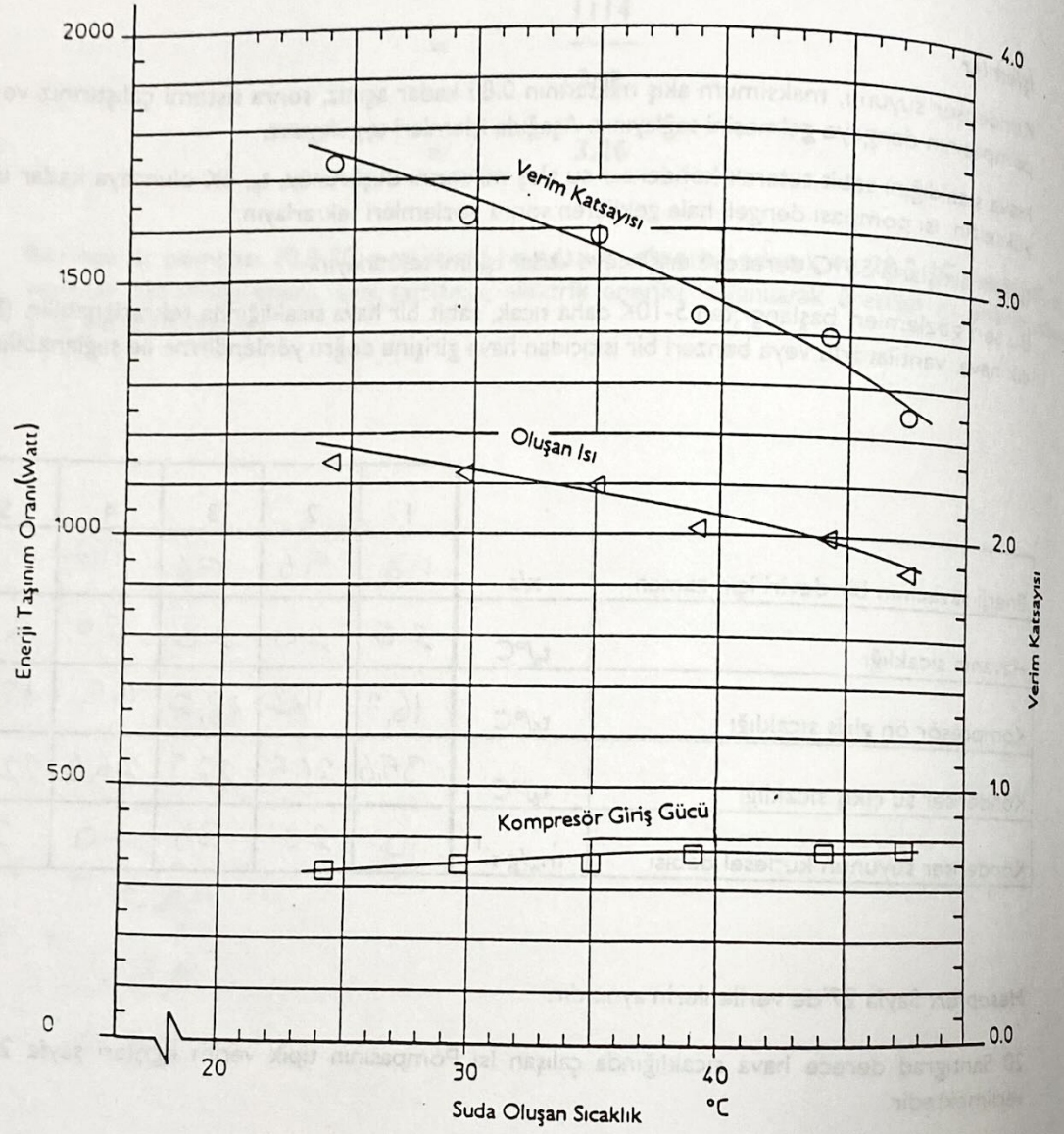
Bu seri gözlemler, başlangıçtan 5-10K daha sıcak, sabit bir hava sıcaklığında tekrarlanabilir. (Bu, ılık hava, vantilatörlü veya benzeri bir ısıtıcıdan hava girişine doğru yönlendirme ile sağlanabilir.)

		1	2	3	4	5	6
Enerji sayacının bir deviri için zaman	x/s	56	56	56	57	57	57
Havanın sıcaklığı	$t_1/^\circ\text{C}$	20	20	20	20	20	20
Kompresör ön giriş sıcaklığı	$t_2/^\circ\text{C}$	16.7	14.2	13.7	14.2	13.7	13.2
Kondenser su çıkış sıcaklığı	$t_6/^\circ\text{C}$	35.6	26.9	22.3	26.6	22.3	19.0
Kondenser suyunun kütleli debisi	$\dot{m}_w/\text{g s}^{-1}$	10	20	30	20	30	40

Hesaplar: Sayfa 27'de verilenlerin aynısıdır.

20 Santigrad derece hava sıcaklığında çalışan Isı Pompasının tipik verim eğrileri sayfa 27'de verilmektedir.

HAVA KAYNAKLI ISI POMPASININ VERİMİ
SICAKLIK YAKLAŞIK 20 °C



(iii) UYGULAMADAKİ VE İDEAL DÖNÜŞÜMLERİN P-H DİYAGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

KONDENSÖR VE KOMPRESÖR ENERJİ DENGESİNİN TESPİTİ

İşlemler

Kondenser suyunun debisini bir ara değere ayarlayarak, sistemi çalıştırıp, dengeye gelmesini bekleyiniz.

PH Şemasındaki Değerlere Göre Gözlemler (Sayfa 26'deki Deney'e bakınız.)

		Debi	Örnek
Kompresör emişinde R134a basıncı	* $P_1/\text{kN m}^{-2}$	228 228.8	363
Kompresör çıkışında R134a basıncı	* $P_2/\text{kN m}^{-2}$	850	1100
Kompresör emişinde R134a sıcaklığı	$t_1/^\circ\text{C}$	16.4	14.6
Kompresör çıkışında R134a sıcaklığı	$t_2/^\circ\text{C}$	60.5	69.8
Kondenser çıkışında R134a sıcaklığı	$t_3/^\circ\text{C}$	32	26.5
Genleşme valfi çıkışında R134a sıcaklığı	$t_4/^\circ\text{C}$	3.2	9.3

* Mutlak basınç = Gösterge basıncı + atmosfer basıncı

Sonuçlar:

Aşağıdaki kabuller yapıldığında;

- Kondenser içindeki basınç düşümü önemsiz görülmelidir (Hızın uygunlaştırılması nedeni ile). Böylece $P_2 \approx P_3$
- 3-4'deki kısma işlemleri adiabatiktir. Bu nedenle $h_2 \approx h_3$

P-H Diyagramına Göre basınç (P) ve Sıcaklık (t_1) Değerlerine Karşılık Gelen Entalpi (h) ve Özgül Hacim (v) Değerleri

- $P_1 = 363 \text{ kNm}^{-2}$ ve $t_1 = 14.6^\circ\text{C}$ değerlerine $h_1 = 309 \text{ kJ kg}^{-1}$ ve $V_1 = 0.0059 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ entalpi ve özgül hacim değerleri karşılık gelmektedir.

- 2) $P = 1100 \text{ kNm}^{-2}$ ve $t_2 = 69.8^\circ\text{C}$ sıcaklığına ($h_2 = 349 \text{ kJ kg}^{-1}$ ve $V_2 = 0.022 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) entalpi ve özgül hacim değerleri karşılık gelmektedir.
- 2s) Sabit entropide sıkıştırma yapıldığı kabul edilerek, birinci noktadan $P_2 = 1100 \text{ kNm}^{-2}$ 'ye geçiş yapıldığında ($S_{2s} = S_1$) ($h_{2s} = 337 \text{ kJ kg}^{-1}$)
- 3) $P_3 = 1100 \text{ kNm}^{-2}$ basınç ve $t_3 = 26.5^\circ\text{C}$ sıcaklıklarına ($h_3 = 136 \text{ kJ kg}^{-1}$) entalpi değeri karşılık gelmektedir.
- 4) $t_4 = 9.3^\circ\text{C}$ sıcaklığına karşılık $h_3 = h_4 = 136 \text{ kJ kg}^{-1}$ entalpi değeri karşılık gelmektedir.

Benzeri şekilde akışkanın hâl noktaları R134a tablosunda yerleştirilmiştir.

Yorumlar

1-2 ve 1-2s

Kompresördeki tersinir ve adiabatik (isentropik) çevrimdeki sıkıştırma işlemi 1-2 saniyede olur. Bu tür işlemlerde, taşınan iş entalpi değişimine (h_1-h_{2s}) eşittir.

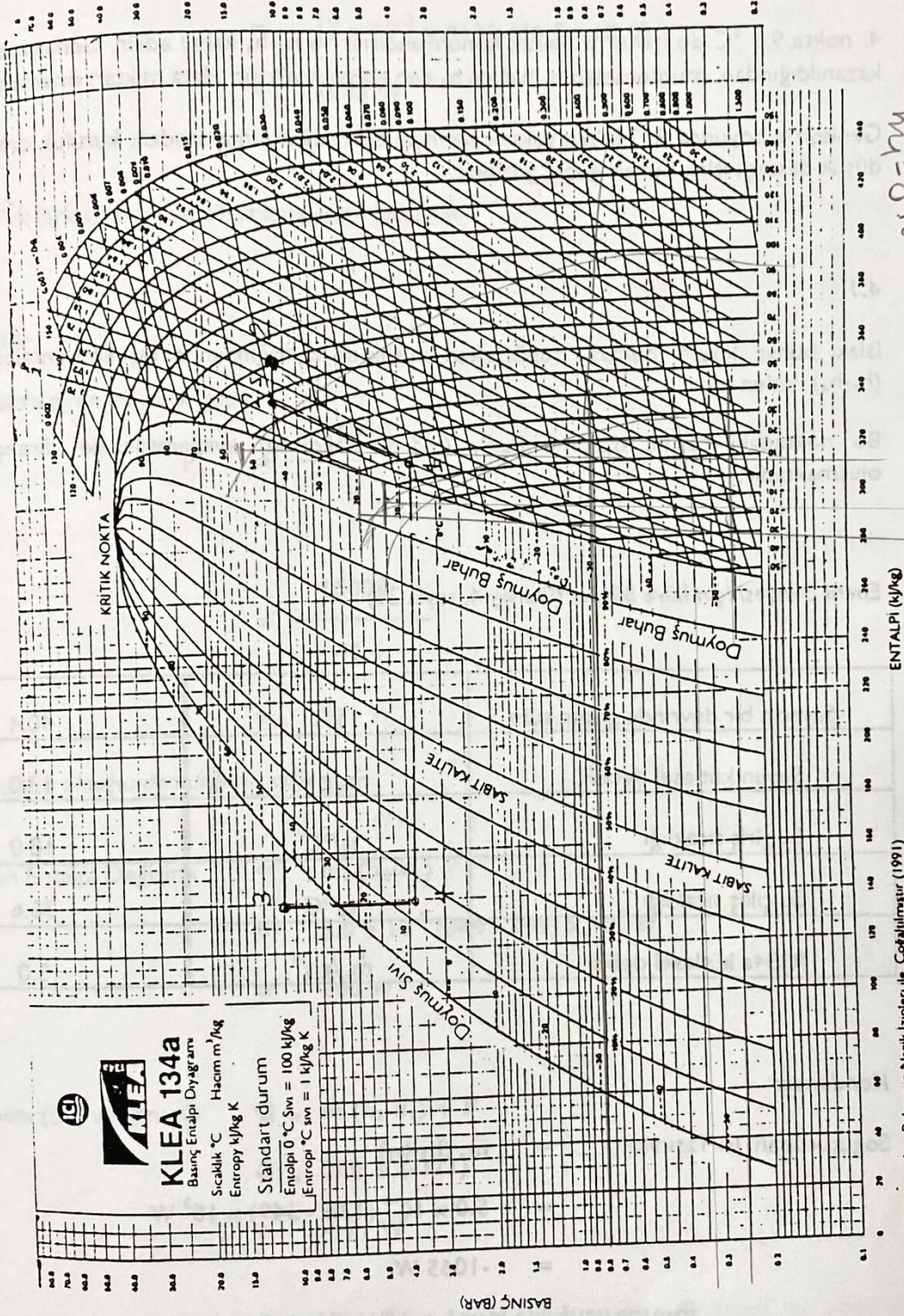
1-2 noktaları arasındaki gerçek sıkıştırma işlemi daha büyük entalpi değişimi (h_1-h_2) ile gerçekleşir. Bu artışın nedeni çok çeşitlidir.

- Sıkıştırma ne tersinir ne de adiabatiktir. Sürtünme kayıpları (vizkoz ve mekanik) R134a üzerinde ısı etkisi oluşturarak entropiyi artıracaktır.
- Valf ve piston sızıntıları kısma işlemi oluşturur ve entropinin artmasına sebep olacaktır.
- Sıcaklığa bağlı olarak sıkıştırma işlemi boyunca net ısı taşınımı pozitif veya negatif olabilir.
- Kompresör ile aynı gövde içinde bulunan elektrik motoru nedeni ile motor, kompresör bölgesindeki sıcaklığı genel olarak yükseltir. R134a'ya ısı taşındığından özgül entalpisinde artma olur.

Isentropik sıkıştırmada taşınan iş h_1-h_{2s} olmakla birlikte net ısı taşınımına göre h_1-h_2 aşağı yukarı R134a'ya taşınan gerçek iş değerinden daha azdır.

2-3

Buhar kızgın hale getirilir, yoğunlaştırılır ve sonra yüksek basınçta aşırı soğutulur. Kondensördeki suya, ısı taşınımı (h_3-h_2) yapılmıştır. Bu ısı pompasından elde edilen faydalı bir değerdir.



$h_1 = 180$
 $h_2 = 210$
 $h_3 = 250$
 $h_2 = 210$
 $h_3 = 250$

ICI Kimyasal ve Polimerin Nazık İzotermi ile Çözülmüşür (1991)

3-4

4. nokta 9.3 °C de izoterm olarak konumlandırılır ve h_3-h_4 kabul edilir. Genleşme boyunca ısı kazanıldığından, muhtemelen h_4 hafifçe h_3 den daha büyüktür. Hata miktarı önemsizdir.

Genleşme boyunca R134a'nın yüksek basınçta aşırı soğutulmuş sıvıdan, kuruluk oranı 0.15 olan düşük basınçlı ıslak buharı geçişi gözlenir.

4.1

Islak buhar kızgın buhara dönüşürken, düşük ısı kaynağından ısı taşınımı entalpi değişimine (h_1-h_4) neden olur.

Bu noktadaki basınç düşümü P_4-P_1 (olduğu takdirde) evaporatördeki dirençten dolayı oluşmaktadır.

Enerji Dengesi İçin İlave Bilgiler (Deney 4, sayfa 26)

Sayacın bir devrinde geçen süre	x/s	40.4
Suyun kütleli debisi	$\dot{m}_w/g\ s^{-1}$	13.0
Su giriş sıcaklığı	$t_5/^{\circ}C$	18.0
Su çıkış sıcaklığı	$t_6/^{\circ}C$	36.6
R134a kütleli debisi	$\dot{m}_w/g\ s^{-1}$	5.0

Kondenser

$$\begin{aligned}
 \text{Soğutucudan Isı Taşınımı} &= \dot{m}_r (h_3-h_2) \\
 &= 5.0 \times 10^{-3} (136 - 349) \times 10^3\ W \\
 &= -1065\ W
 \end{aligned}$$

Suya Taşınan Isı

$$\begin{aligned}
 &= \dot{m}_w C_p (t_6 - t_5) \\
 &= 13 \times 10^{-3} \times 4180 (36.5 - 18.0) \\
 &= 1005 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Bu 60 W'lık fark gözlem ve cihaz hatalarına verilebilir.

Kompresör

Kompresöre giren elektrik gücü

$$\begin{aligned}
 P_e &= \frac{15000}{x} \\
 &= \frac{15000}{40.4} \\
 &= 371 \text{ W}
 \end{aligned}$$

(Not: İş çıktısı olduğundan değeri - dir)

R134a'nın Entalpi Değişimi

$$\begin{aligned}
 &= \dot{m}_r (h_2 - h_1) \\
 &= 5.0 \times 10^{-3} (349 - 309) \times 10^3 \text{ W} \\
 &= 200 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Isı Taşınımı (Birinci kanun)

$$\begin{aligned}
 \dot{Q} &= \dot{m} (h_2 - h_1) + P \\
 \dot{Q} &= 200 + (-371) \\
 &= -171 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Bu değer kompresör kabı çevresinde 171 W'lık ısı kaybı olduğunu gösterir.



(iv) R134a'NIN DEĞİŞİK BUHARLAŞMA VE YOĞUNLAŞMA SICAKLIKLARINDAKİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE ISI POMPASI VERİM EĞRİLERİNİN OLUŞTURULMASI

İşlemler

Kondenser suyunu yüksek debiye ayarlayarak düğmeyi açınız.

Dengeye ulaşıldığında, kondenser basıncını (p_2) ve buharlaşma sıcaklığını (t_4) not ederek sayfa 26'daki gözlem sonuçlarına benzer şekilde tabloyu düzenleyin.

Su debisini, su basıncı (p_2) yaklaşık 100 kNm^{-2} kadar artırılarak, kondensördeki su debisi azaltılır. Gerekli takdirde hava giriş sıcaklığı (vantilatör ısıtıcısı kullanılarak veya evaporatördeki koruyucu parçalar kaldırılarak) başlangıç değeri olan t_4 'e dönünceye kadar ayarlamaya devam edilir. Dengeye ulaşıldığında, gözlemleri tekrarlayınız.

Basınç yaklaşık 1200 kNm^{-2} (gösterge basıncı) ulaşıncaya kadar işlemleri p_2 basıncını yaklaşık 100 kNm^{-2} 'lık artışlarla tekrarlayınız.

Deney diğer bir t_4 sabiti için tekrarlanabilir.

Gözlemler

Örnek gözlemler için sayfa 26'ya bak.

Hesaplamalar (Sayfa 26 - Deney 4)

$$p_1 = 363 \text{ kNm}^{-2}(\text{mutlak})$$

$$p_2 = 1100 \text{ kNm}^{-2}(\text{mutlak})$$

p-h şemasından veya (sayfa 39) veya tablolardan;

$$h_1 = 309 \text{ kJ kg}^{-1}$$

$$h_2 = 349 \text{ kJ kg}^{-1}$$

$$h_3 = h_4 = 136 \text{ kJ kg}^{-1}$$

$$h_{2s} = 337 \text{ kJ kg}^{-1}$$

$$\text{Buharlaşma sıcaklığı } (t_4) = 93 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Yoğunlaşma sıcaklığı } (1100 \text{ kNm}^{-2}, t_{\text{sat}}) = 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Evaporatördeki Isı Taşınımı

$$\begin{aligned}
 &= \dot{m}_r (h_1 - h_4) \\
 &= 5.0 \times 10^{-3} (309 - 136) \times 10^3 \text{ W} \\
 &= 865 \text{ W}
 \end{aligned}$$

(Bu evaporatörden hava akışı ile alınan ısıdır)

Kondensördeki Isı Taşınımı

$$\begin{aligned}
 &= \dot{m}_r (h_3 - h_2) \\
 &= 5.0 \times 10^{-3} (136 - 349) \times 10^3 \text{ W} \\
 &= -1065 \text{ W}
 \end{aligned}$$

(Bu kondensörden akan suya, soğutucunun verdiği ısı miktarıdır)

Kompresöre verilen elektrik enerjisi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{15000}{x} \text{ W} \\
 &= \frac{15000}{40.4} \text{ W} \\
 &= 371 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Isı Pompasının Verim Katsayısı

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Oluşan Isı}}{\text{Giriş Gücü}} \\
 &= \frac{1065}{371} \\
 &= 2.87
 \end{aligned}$$

Elde edilen deney neticelerinden sayfa 38'deki tablolar oluşturulmuş ve sayfa 39'deki grafik çizilmiştir.

HILTON MEKANİK ISI POMPASI

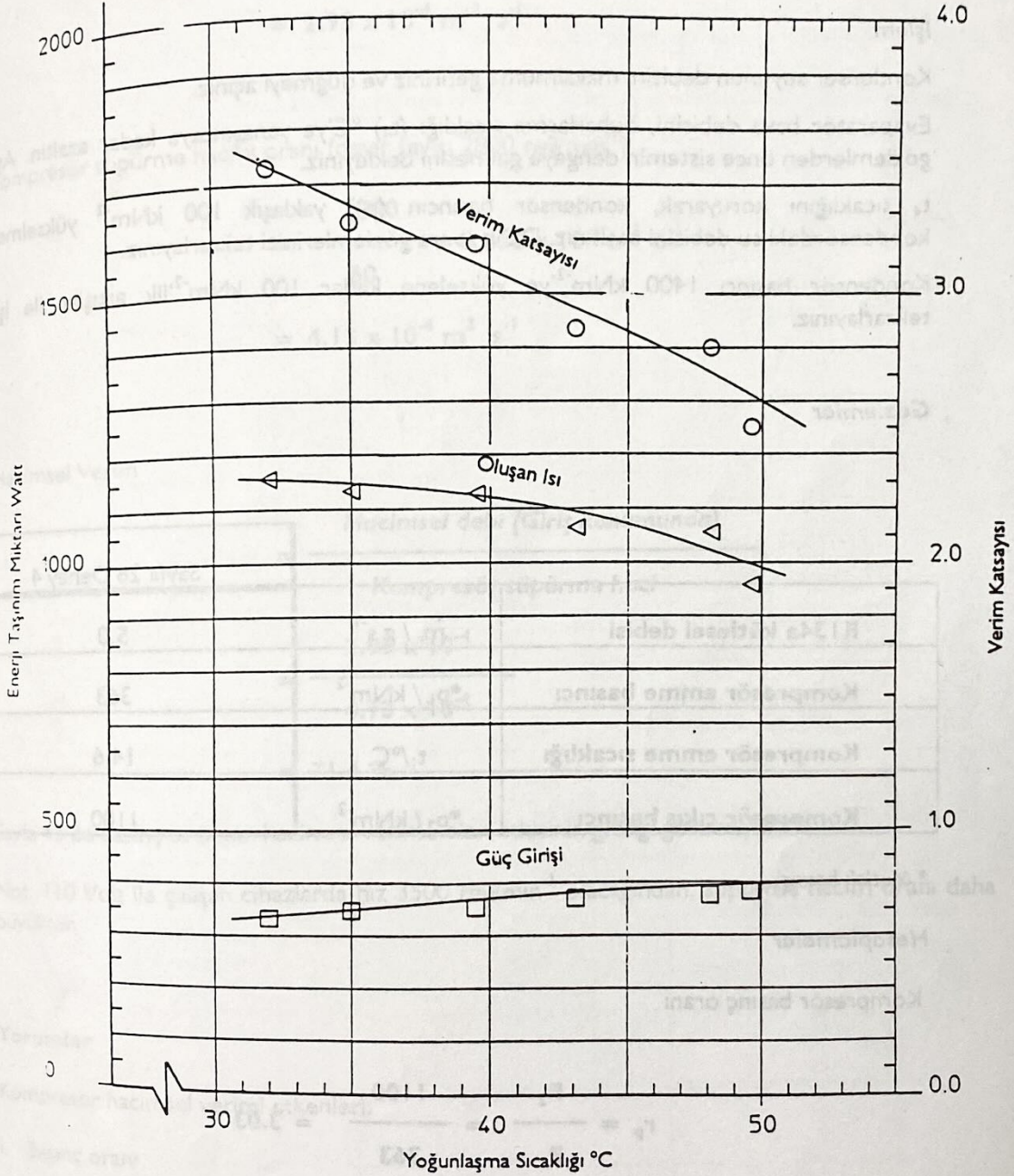
ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Tarih/...../.....

Referans:

		1	2	3	4	5	6
Giriş Gücü $P = \frac{24000}{x}$	$\frac{P}{W}$	333	348	353	371	376	383
RI 34a Özellikleri:							
Kompresör emişi	$\frac{h_r}{\text{kJ kg}^{-1}}$	311	308	311	309	308	310
Kompresör çıkışı	$\frac{h_2}{\text{kJ kg}^{-1}}$	341	345	346	349	349	352
Kondenser çıkışı } Evaporatör girişi }	$\frac{h_3 - h_4}{\text{kJ kg}^{-1}}$	130	131	133	136	138	139
Buharlaştırma sıcaklığı	$\frac{t_{\text{evap}}}{^\circ\text{C}}$	Yaklaşık 8-9 °C					
Yoğunlaşma sıcaklığı (t_{sat} $P_{\text{kon.}}$ basıncında)	$\frac{t_{\text{kon}}}{^\circ\text{C}}$	32.0	35.0	39.3	43.1	48.0	49.6
Kondenserdeki Isı Taşınımı (Isı oluşumu vb.) $\dot{Q}_{3-2} = \dot{m}_r (h_3 - h_2)$	$\frac{\dot{Q}_c}{\text{kW}}$	1157	1134	1128	1065	1056	958
$\text{CoP}_H = \frac{\dot{Q}_c}{P}$		3.47	3.26	3.19	2.87	2.80	2.5

R134a KULLANILAN ISI POMPASININ VERİMİ.
BUHARLAŞMA YAKLAŞIK 6 °C DE OLMAKTADIR.



(v) KOMPRESÖR BASINÇ ORANININ, HACİMSEL VERİME ETKİSİNİN YAKLAŞIK TAHMİNİ

İşlem

Kondenser suyunun debisini maksimuma getiriniz ve düğmeyi açınız.

Evaporatör hava debisini, buharlaşma sıcaklığı (t_4) °C'ye yanaşmaya kadar azaltın. Aşağıdaki gözlemlerden önce sistemin dengeye gelmesini bekleyiniz.

t_4 sıcaklığını koruyarak, kondensör basıncı (p_2) yaklaşık 100 kNm⁻² yükselmesi için kondensördeki su debisini azaltınız. Daha sonra gözlemlerinizi tekrarlayınız.

Kondensör basıncı 1400 kNm⁻²'ye yükselene kadar 100 kNm⁻²'lik artışlar ile işlemleri tekrarlayınız.

Gözlemler

		Sayfa 26 Deney 4
R134a kütleli debisi	$\dot{m}_r / \text{g s}^{-1}$	5.0
Kompresör emme basıncı	$*p_1 / \text{kNm}^{-2}$	363
Kompresör emme sıcaklığı	$t_1 / ^\circ\text{C}$	14.6
Kompresör çıkış basıncı	$*p_2 / \text{kNm}^{-2}$	1100

* Mutlak basınç

Hesaplamalar

Kompresör basınç oranı

$$r_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1100}{363} = 3.03$$

1 no'lu nokta p-h diyagramında tarandığında özgül hacim $V_1 = 0.059 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ olarak bulunur.

Kompresör emiş bölgesindeki hacimsel debi;

$$\begin{aligned}\dot{V}_1 &= \dot{m}_r V_1 \\ &= 5.0 \times 10^{-3} \times 0.059 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \\ &= 2.95 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

Kompresör süpürme hacmi oranı (devir sayısı 2800 rev/min⁻¹)

$$\begin{aligned}&= \frac{2800}{60} \times 8.855 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \\ &= 4.13 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

Hacimsel Verim

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Hacimsel debi (Giriş konumunda)}}{\text{Kompresör süpürme hacmi}} \\ &= \frac{2.95 \times 10^{-4}}{4.13 \times 10^{-4}} \\ &= 71.4 \%\end{aligned}$$

Sayfa 43'de basınç oranının hacimsel verime olan etkisinin grafiği görülmektedir.

Not: 110 Volt ile çalışan cihazlarda hız 3500 rev/min⁻¹ olacağından, süpürme hacim oranı daha büyüktür.

Yorumlar

Kompresör hacimsel verimi etkenleri:

- Basınç oranı
- Boşluk hacim oran katsayısı



- iii. Genleşme işlemi katsayısı
- iv. Sistem girişinde, basınç düşümüne neden olan sürtünmeler
- v. Sistem girişinde, sıcaklık yükselmesi
- vi. Piston contalarında ve valflerdeki sızıntılar

Sadece (i), (ii) ve (iii) dikkate alınarak, hacimsel verimin gösterilmesi.

Hesaplamalar:

Kompresör basınç oranı

$$= 1 - \frac{V_c}{V_s} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$\frac{V_c}{V_s} = \frac{\text{Boşluk Hacmi}}{\text{Süpürme Hacmi}}$$

Burada n genleşme katsayısıdır.

Küçük kompresörlerde $\frac{V_c}{V_s}$ değeri genelde yaklaşık 0.05'dir.

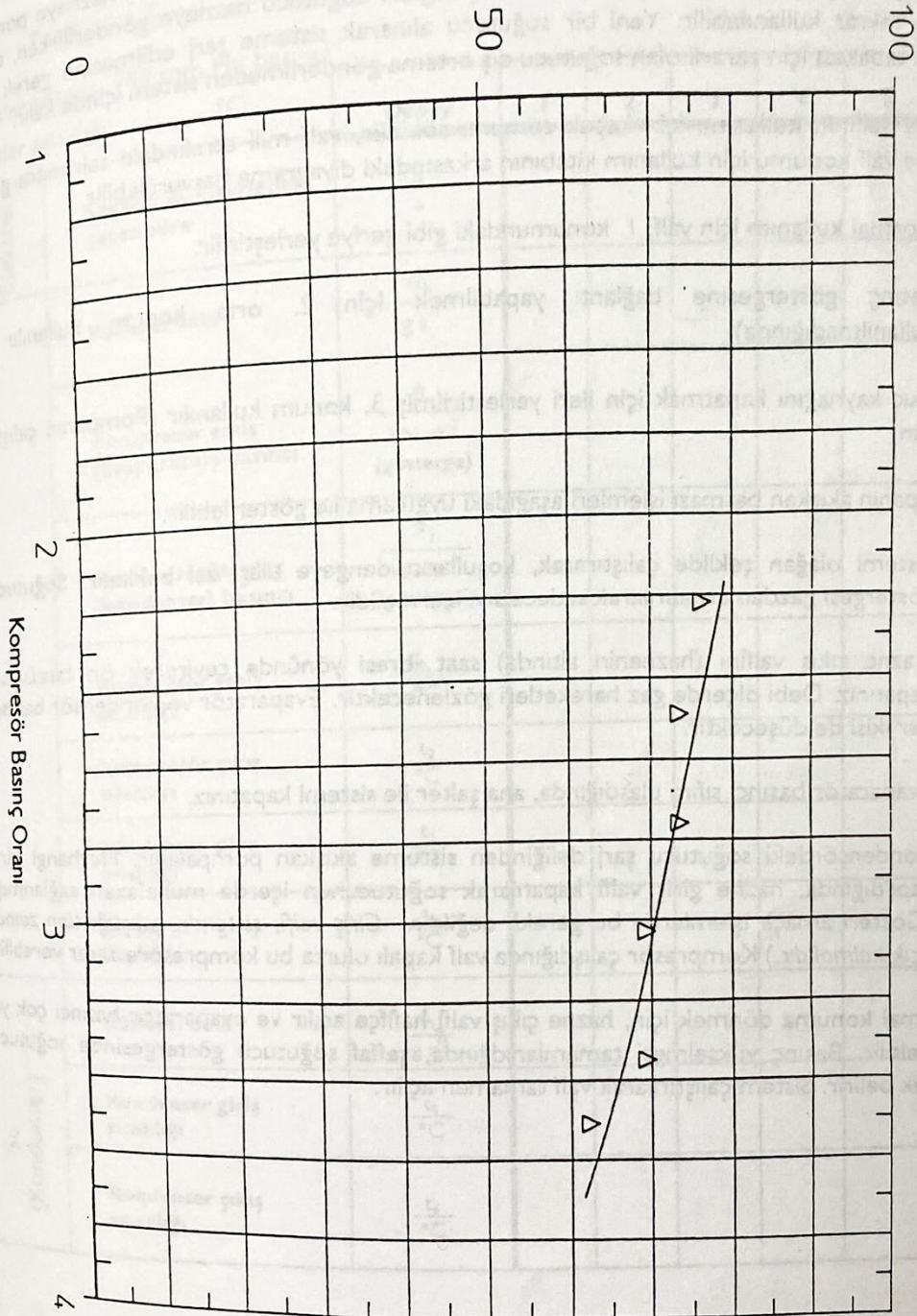
n ise 1.05 olarak alınabilir.

$r_p = 3.1$ olarak alındığına

$$\begin{aligned} \eta_{\text{Vol}} &= 1 - 0.05 \left(3.1^{\frac{1}{1.05}} - 1 \right) \\ &= 90.3 \% \text{ elde edilir.} \end{aligned}$$

Kabullerde (iv) ve (vi) etkenlerin ihmal dikkate alınmıştır.

% Hacimsel Verim



**KOMPRESÖR BASIŖ ORANININ
HACİMSEL VERİME ETKİSİ**

(vi) SOĞUTUCUNUN KONDENSÖRE POMPALANMASININ GÖSTERİLMESİ

Soğutucu sistemlerin tamiri için sistemde bulunan soğutucu doğal olarak hazneye pompalanır. Bu olay maliyet ve zaman açısından kazanç sağlar. Soğutucu hazneye gönderilirken, tamirden sonra tekrar kullanılabilir. Yeni bir soğutucu alınarak sisteme şarj edilmesine gerek kalmaz. Ozon tabakası için zararlı olan soğutucu dış ortama gönderilmeden sistem içinde kalır.

Hazne valfinin kullanımı için kapak somunu sökülür, valf mili etrafındaki salmastra gevşetilir. Hazne valf konumu için kullanım kitabının arkasındaki diyagrama başvurulabilir.

- ♦ Normal kullanım için valf; 1. konumundaki gibi geriye yerleştirilir.
- ♦ Basınç göstergesine bağlantı yapabilmek için 2. orta konum kullanılır (R514 kullanılmadığında)
- ♦ Güç kaynağını kapatmak için ileri yerleştirilmiş 3. konum kullanılır (Pompanın çalıştırılması için)

Pompanın akışkan basması işlemleri aşağıdaki uygulama ile gösterilebilir.

1. Sistemi olağan şekilde çalıştırarak, koşulların dengeye ulaşması beklenir. Soğutucu debi göstergesi gazdan arındırılarak sadece sıvı içermelidir.
2. Hazne çıkış valfini (haznenin altında) saat ibresi yönünde çevirerek ön tarafa oturtup, kapatınız. Debi ölçerde gaz hareketleri gözlenecektir. Evaporatör ve kondensör basınçlarının her ikisi de düşecektir.
3. Evaporatör basıncı sıfıra ulaştığında, ana şalter ile sistemi kapatınız.
4. Kondensördeki soğutucu şarj deliğinden sisteme akışkan pompalanır. Herhangi bir tamir yapıldığında, hazne giriş valfi kapatılarak soğutucunun içerde muhafazası sağlanmış olur. (Gosteri amaçlı işlemlerde bu gerekli değildir. Giriş valfi, sistemin çalıştığı tüm zamanlarda açık kalmalıdır.) Kompresör çalıştığında valf kapalı olursa bu kompresöre zarar verebilir.

Normal konuma dönmek için, hazne çıkış valfi hafifçe açılır ve evaporatör basıncı çok yavaşça yükseltilir. Basınç yükselmesi tamamlanıldığında, şeffaf soğutucu göstergesinde soğutucu, sıvı olarak belirir. Sistem çalıştırılarak valf tamamen açılır.

HILTON MEKANİK ISI POMPASI
GÖZLEMLER

Referans:

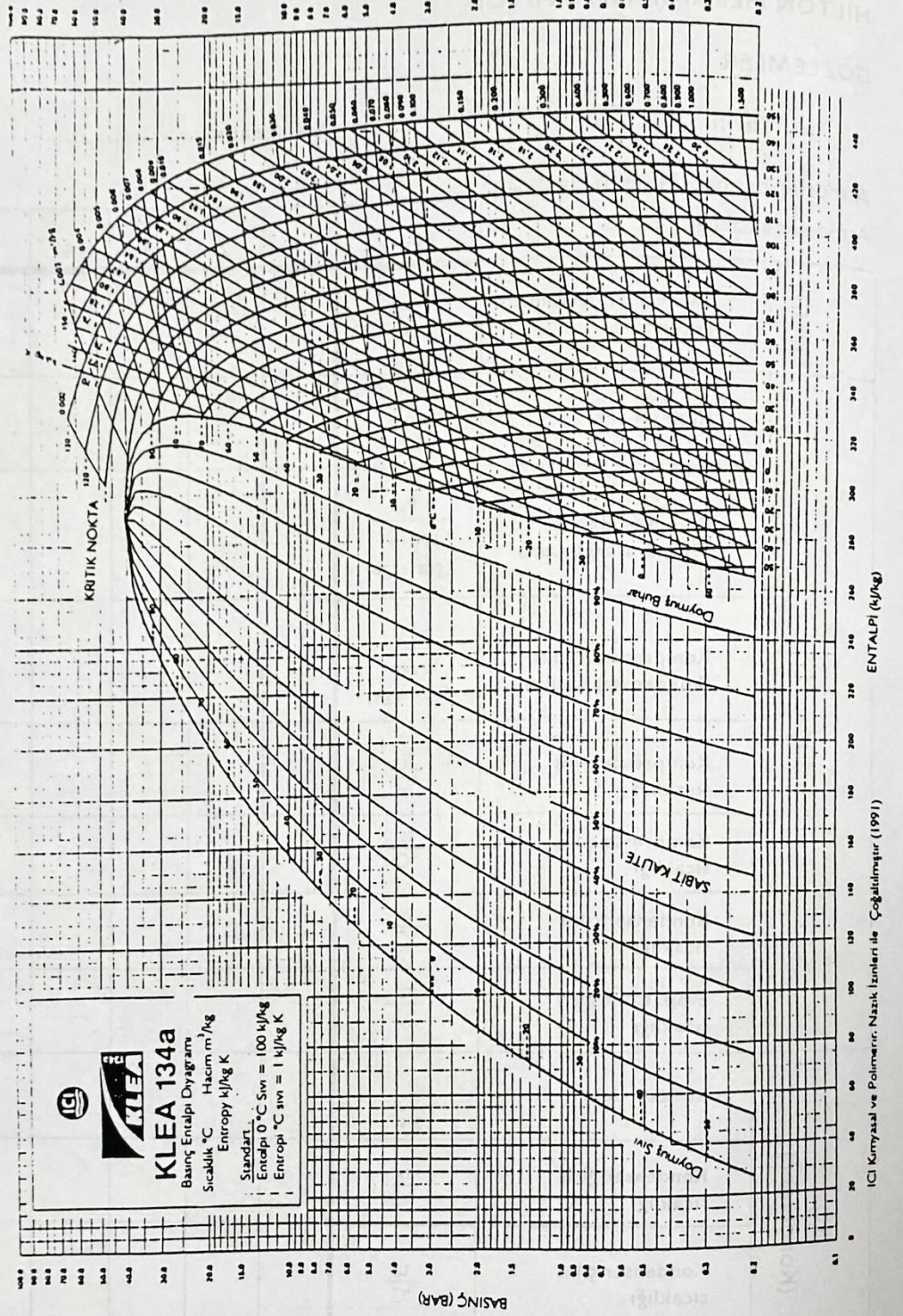
Tarih/...../.....

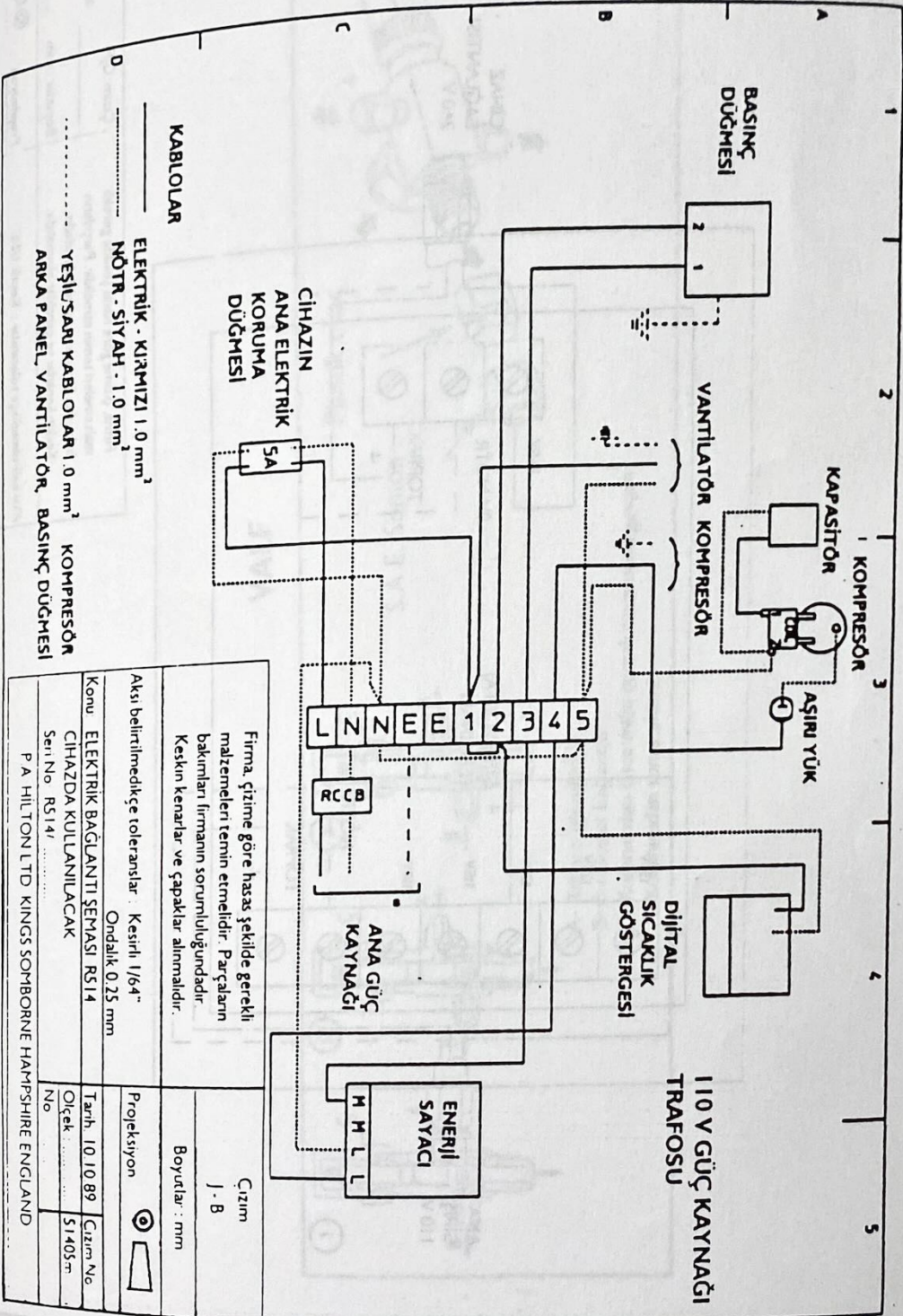
Atmosfer basıncı: 749 mm Hg basıncı

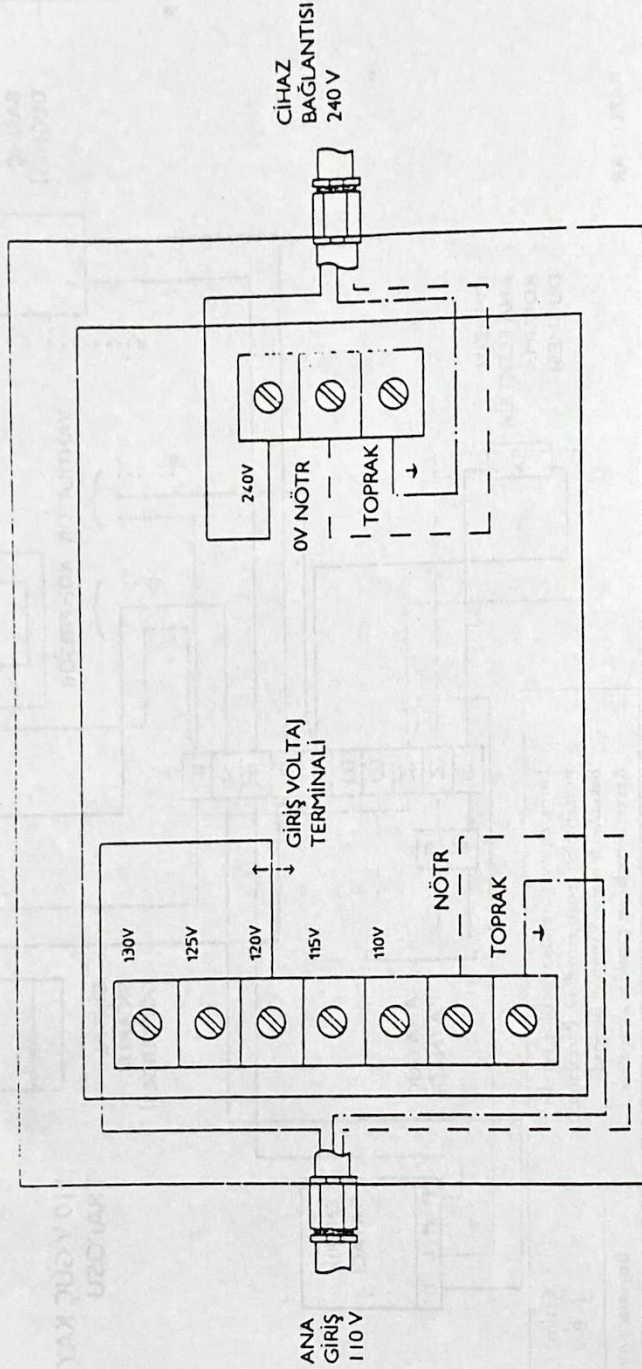
Atmosfer sıcaklığı: °C

		Deney	1	2	3	4	5	6
Elektrik R134a	Sayacın bir devrindeki geçen süre	$\frac{x}{s}$						
	Kütlesel debi	$\frac{\dot{m}_r}{g \cdot s^{-1}}$						
	Kompresör emiş (Evaporatör) basıncı	$\frac{P_1}{kN \cdot m^{-2}}$ (gösterge)						
	Kompresörün çıkış (kondenser) basıncı	$\frac{P_2}{kN \cdot m^{-2}}$ (gösterge)						
	Kompresör emiş sıcaklığı	$\frac{t_1}{^{\circ}C}$						
	Kompresör çıkış sıcaklığı	$\frac{t_2}{^{\circ}C}$						
	Kondenser çıkış sıcaklığı	$\frac{t_3}{^{\circ}C}$						
	Evaporatör giriş sıcaklığı	$\frac{t_4}{^{\circ}C}$						
Su (Kondenser)	Kütlesel debi	$\frac{\dot{m}_{wT}}{g \cdot s^{-1}}$						
	Kondenser giriş sıcaklığı	$\frac{t_5}{^{\circ}C}$						
	Kondenser çıkış sıcaklığı	$\frac{t_6}{^{\circ}C}$						









Firma, çizime göre hasas şekilde gerekli malzemeleri temin etmelidir. Parçaların bakımını firmamız sorumluluğundadır. Keskin kenarlar ve çapaklar alınmalıdır.	Çizim: GJF	Kontrol
Aksi belirtilmedikçe toleranslar : Kesirli 1/64" Ondalık 0.25 mm	Projeksiyon	Boyutlar : mm
Konu: TRANSFORMATÖR BAĞLANTILARI 110/120V	Tarih: 10.10.89	Çizim No: TRAN 10
SON İŞLEM :	Ölçek :	No :
P. A. HILTON LTD. KINGS SOMBORNE HAMPSHIRE ENGLAND		

VALF

