



ISI TEKNIĐİ LABORATUARI-2

Deney Sorumlusu ve Uyg. Öğr. El.

Prof. Dr. Cengiz YILDIZ

Prof. Dr. Yaşar BİÇER

Prof. Dr. Ebru AKPINAR

Yrd. Doç. Dr. Gülşah ÇAKMAK

Arş. Gör. Sinan KAPAN

KLİMA LABORATUVAR ÜNİTESİ

Deneyin Amacı: Yaz ve kış kliması yapabilen bir klima santralinde havanın şartlandırılmasını temin ederek kütle transferi ve enerji dönüşümlerinin incelenmesi.

Klima: Kapalı bir ortamdaki havanın istenen sıcaklık, nem, dağılım ve hareket bakımından uygun duruma getirilebilmesi yani şartlandırılması olarak tanımlanan klimanın dünyanın her yerindeki etkinliği hızlı bir şekilde artmaktadır. Klimanın belirgin uygulamaları ; evler, hastaneler, toplantı yerleri, maden ocakları, dükkanlar, ofisler, fabrikalar, kara, hava ve deniz nakil araçlarıdır.

Klima Santrali

Klima santrali metal bir plaka muhafazasıyla kapatılan bir çok elemandan (fanlar,ısı değıştirgeçleri, nemlendiriciler vs.) meydana gelir. Santrale giriş genellikle dış atmosferden olur ve tesisattan çıkış kanal vasıtasıyla sağlanır. Klima santral elemanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Filtreler
2. Fanlar
3. Isı değıştirgeçleri
4. Soğutucular
5. Nemlendiriciler
6. Nem alıcılar
7. Isıtıcılar
8. Damla tutucular
9. Otomatik kontrol elemanları
10. Ölçüm cihazları (Sıcaklık, Nem)

KLİMA LABORATUVAR ÜNİTESİ

Laboratuardaki klima ünitesi bir hava şartlandırma santralinde gerekli olan bütün işlemlerde oluşan enerji transferini tespit etmek ve kütle dengelenmesi göstermek için kullanılabilir. Ünite, soğutucu, ısıtıcı ve buhar üreticini içine alacak şekilde seyyar bir montaj plakası üzerine monte edilmiştir.

Kanala giren şartlandırılmamış hava sırasıyla;

1. Devir ayarlı santrifüj fandan
2. Buharlı nemlendiriciden
3. Ön ısıtıcıdan
4. Soğutucudan
5. Son ısıtıcıdan
6. Orifisten geçmektedir.

CİHAZ KARAKTERİSTİKLERİ

Hava debisi: $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ (max)

Ön ısıtıcı: Kanatlı elektrikli ısıtıcı 220V da $2 \times 1.0 \text{ kW}$ (nominal değer)

Soğutucu: Direkt genleşmeli, helezonik kanatlı olup, soğutucu yükü yaklaşık 2.0 kW dır.

Son ısıtıcı: Kanatlı elektrikli ısıtıcı elemanlardan oluşmaktadır. (220V da $2 \times 0.5 \text{ kW}$).

Fan: Devir ayarlı santrifüj olup, giriş gücü yaklaşık 240V 50 Hz' de 120 W ' dır.

Buharlaştırıcı: 220 V 'da $1 \times 1.0 \text{ kW}$ ve $2 \times 2.0 \text{ kW}$ 'lık elektrikli ısıtıcılarla ısıtılır ve atmosferik basınçta çalışır. Su seviyesi göstergesinden gözlenerek şamandıra yardımıyla ayarlanır.

Soğutma sistemi: Hava soğutmalı kondenserli hermetik kompresörlü olup soğutucu akışkan; (R134a Tetrafluoraethane, $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$) dır.

Kompresör devri: Şarja göre 50 Hz de 2700 ile 3000 dev/dak, 60 Hz' de 3000 ile 3600 dev/dak.

Strok hacmi: $25.95 \text{ cm}^3/\text{devir}$.

PSİKROMETRİ

Psikrometri hava ile subuharı karışımının özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Atmosferik havanın tamamen kuru olmaması içinde su buharının olması nedeniyle psikometri önem taşır.

Psikometrik Diyagram

Bu diyagramlar iklimlendirme projelerini grafik olarak çözmek için genellikle ortam sıcaklığı, özgül nemi esas alınarak geliştirilmiş diyagramlardır. Bu diyagram ile bağlantılı olan özellikler

- (a) Kuru termometre sıcaklığı
- (b) Yaş termometre sıcaklığı
- (c) Özgül hacim
- (d) Özgül entalpi
- (e) Relatif nem' dir.

Çiğ noktası: Psikrometrik diyagramlarda doyma eğrisi üzerindeki bir nokta doymuş havayı belirler. Hava subuharı karışımının sabit basınçta soğutulmasıyla elde edilen yoğuşmanın başladığı sıcaklık çiğ noktası adını alır.

Relatif(İzafi) nem: Relatif nem, nemli hava içindeki su buharın mol kesrinin aynı sıcaklık ve basınçtaki doymuş havanın mol kesrine oranı olarak tanımlanır veya,

$$\phi = \frac{\text{Su buharı kısmi basıncı}}{\text{Aynı sıcaklıktaki buharın doyma noktasındaki basınç}}$$

şeklinde tanımlanır.

Özgül nem: Özgül nem 1 kg kuru hava içindeki subuharı ağırlığıdır.

$W = \text{Su buharı miktarı} / \text{Kuru hava miktarı (kg-nem/kg-kuruhava)}$

veya ideal gaz denklemleri kullanılarak;

$$W = 0.622 * \frac{P_b}{P_h}$$

şeklinde ifade edilebilir ($P = P_h + P_b$).

Mutlak Nem: 1m³ nemli havanın içerdiği su buharının kütlesine mutlak nem denir. Su buharı miktarının nemli havanın hacmine oranı olarak tanımlanır.

$$\tau_b = \frac{m_b}{V} \dots\dots\dots \text{kg/ m}^3$$

veya

$$\tau_b = \frac{P_b}{R_b \cdot T} = \frac{1}{V_b} \dots\dots\dots \text{kg/ m}^3$$

olur.

HESAPLAMALAR

Cihaz çalıştırıldıktan sonra tabloda belirtilen değerler tespit edilir.

Kütleli hava debisi

$$\dot{m}_a = 0.0504 * \sqrt{\frac{z}{v_D}}$$

z: Basınç düşüşü (mmH₂O)

v_D: Son haldeki havanın özgül hacmi (m³/kg) (Psikometrik diyagramdan)

Kütle Dengelenmesi ve Enerji Transferi

Fan Girişi İle Ön Isıtıcı Arasında

Kütlenin korunumundan

$$\dot{m}_w = \dot{m}_a (W_B - W_A)$$

Isı transfer miktarı – İş transfer miktarı = Entalpi değişim miktarı

$$Q_b + Q_p - (-P_f) = \dot{m}_a (h_b - h_a) - \dot{m}_w .h_w$$

Q_p: Ön ısıtıcı gücü

Q_b: Kazanın ısıtma gücü

Soğutucu Özellikleri ve Soğutma Sistemde Enerji Dengesi

R134a p-h diyagramından aşağıdaki R134a özellikleri belirlenebilir ve bu özellikler yardımıyla aşağıdaki değerler tespit edilebilir.

Buharlaştırıcı yardımıyla çekilen ısı miktarı

$$Q_{ev} = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

Kondenserden atılar ısı miktarı

$$Q_{\text{kon}} = m(h_2 - h_3)$$

Kompresöre verilen iş

$$Q_{\text{komp}} = m(h_2 - h_1)$$

Genleşme işleminin adyabatik olduğu kabul edilmektedir. Dolayısıyla

$$h_3 = h_4$$

olmaktadır.

Buharlaştırıcı Kazanda

Kabuller:

1. Üretilen buhar atmosferik basınçta doymuştur ve 2676 kJ/kg 'lık özgül entalpiye sahiptir.
2. Besleme suyu 20 °C dir ve 84 kJ/kg lık özgül entalpiye sahiptir.
3. Isı transfer miktarı, 3 kW (Nominal ısıtıcı girişi)-0.33kW(hesaplanan kayıp) 'dır.

$$\text{Kütleli buhar debisi} = \frac{Q}{\Delta h} = \frac{\text{Isı transfer miktarı} - \text{kayıp ısı miktarı}}{\text{Üretilen buharın entalpisi} - \text{Besleme suyunun entalpisi}}$$

Evaporatöre Giriş ve Çıkışı Arasında

$$\text{Hava akımı sırasındaki yoğunlaşma miktarı} = m_a \cdot (W_B - W_C)$$

Isı transfer miktarı =Entalpi değişim miktarı-İş transfer miktarı

Bu bölgede iş yapılmadığından

$$Q_{B-C} = m_a \cdot (h_C - h_B) + m_e \cdot h_e^* + m_r \cdot (h_1 - h_4)$$

(* Bu terim çoğu kez göz önüne alınmaz.)

m_e : Biriken yoğunlaşma miktarı

m_r : R134a 'nın kütle akış miktarı

Son ısıtıcıda

Özgül nem içeriğinde artma veya azalma olmadığı için W_C ve W_D ye eşit olacaktır. Isıl açıdan C ve D arasında

$$Q = m(h_D - h_C)$$

Kompresörün Volümetrik Verimi

Hacimsel debi değeri

$$\dot{V}_1 = \dot{m}_r \cdot V_1$$

Kompresör strok hacmi = 25.95 (cm³/dev).n (dev/dak)

Kompresör strok hacmi = 25.95 * 10⁻⁶ * 2900/60 = 1.254 * 10⁻³ m³/s

$$\eta_{vol} = \frac{\dot{V}_1}{\text{Strokhacmi}}$$

Havanın Özgöl Isı Kapasitesinin Belirlenmesi

Havanın özgöl neminin değişmemesi şartıyla, özgöl ısı kapasitesi kararlı akış işlemlerinin herhangi biri yardımıyla (yani ısıtma veya soğutma) hesaplanabilir.

Havanın özgöl hacmi psikometrik diyagramdan bulunur. Ayrıca relatif nem oldukça düşük olduğundan dolayı özgöl hacim ideal gaz denkleminde hesaplanabilir.

$$v = \frac{RT}{P}$$

Havanın kütleli debisi $\dot{v}$ yardımıyla tespit edildikten sonra fanın güç girişi dikkate alınmayarak A ve B arasına kararlı akış denklemi uygulanırsa,

$$Q_{A-B} = \dot{m}(h_B - h_A) = \dot{m} \cdot C_p \cdot (t_B - t_A)$$

den C_p değeri bulunur ve 1.005 kJ /kgK ile karşılaştırılır.

DENEY VERİLERİ				1	2	3	4
A	Fan girişindeki hava	Kuru	$t_{AD} (^\circ C)$				
		Yaş	$t_{AW} (^\circ C)$				
B	Ön ısıtıcıdan sonraki hava	Kuru	$t_{Bd} (^\circ C)$				
		Yaş	$t_{Bw} (^\circ C)$				
C	Soğutucudan sonraki hava	Kuru	$t_{Cd} (^\circ C)$				
		Yaş	$t_{Cw} (^\circ C)$				
D	Son ısıtıcıdan sonraki hava	Kuru	$t_{Dd} (^\circ C)$				
		Yaş	$t_{Dw} (^\circ C)$				
1	Evaporatörden ayrılan R134a		$p_1 (kNm^{-2})$				
			$t_1 (^\circ C)$				
3	Genleşme valfinden önceki R134a		$p_3 (kNm^{-2})$				
			$t_3 (^\circ C)$				
4	Evaporatöre giren R134a		$p_4 (kNm^{-2})$				
			$t_4 (^\circ C)$				
R134a kütleli debisi			$m (g s^{-1})$				
Ön ısıtıcı gücü			$Q_p (kW)$				
Son ısıtıcı gücü			$Q_r (kW)$				
Kazanın ısıtma gücü			$Q_b (kW)$				
Orifis basınç farkı			$z (mmH_2O)$				
Yoğuşma miktarı			$m_e (gm)$				
Zaman aralığı			$x (s)$				

İSTENENLER:

- (a) Sistemi şematik olarak çiziniz.
- (b) Elde edilen değerleri tablo halinde vererek Psikrometrik diyağramda gösteriniz. Ayrıca;
- (c) Çeşitli işlemlerden önce ve sonra havanın Psikrometrik özelliklerini (Yaş ve kuru termometre sıcaklıkları yardımıyla),
- (d) Isıtıcılar, kazan, fan ve soğutma ünitesindeki enerji transfer miktarını,
- (e) Kütlesel hava debisini,
- (f) Soğutucu akışkanın basınç ve sıcaklığını,
- (g) Soğutucu akışkanın kütlesel debisini,
- (h) Soğutucudaki yoğuşma miktarını,
- (ı) Kompresörün volümetrik verimini,
- (j) Sıcak, soğuk, nemli veya kuru şartlar altında yer alan maddenin durum değişimini,
- (ı) Havanın özgül ısısını tayin ediniz.