

UỶ BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HỒ CHÍ MINH

GIÁO ÁN LÝ THUYẾT

Môn học: CƠ SỞ NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT VÀ
TRUYỀN NHIỆT

Bài Giảng: KHÁI NIỆM VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐẶC
TRUNG CỦA KHÔNG KHÍ ẨM

Lớp: 18C1-KML1

Khoá: 2018

Họ và tên giáo viên: TRẦN THỊ NGỌC DIỆP

Năm học: 2018-2019

Giáo án số: 01	Thời gian thực hiện: 1 tiết (45 phút) Tên chương: Không khí ẩm Tên bài : Khái niệm và các thông số đặc trưng của không khí ẩm Thực hiện ngày tháng 04 năm 2019
-----------------------	---

Phần I: CƠ SỞ NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT

Chương 5: KHÔNG KHÍ ẨM

Bài giảng: Khái niệm và các thông số đặc trưng của không khí ẩm

Mục tiêu của bài:

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Kiến Thức:

- ✓ Trình bày được các khái niệm cơ bản về không khí ẩm.
- ✓ Phân biệt được không khí khô và không khí ẩm; thông số trạng thái của không khí ẩm.
- ✓ Phân biệt được các loại không khí ẩm.
- ✓ Nắm được các thông số đặc trưng của không khí ẩm: độ ẩm tuyệt đối; độ ẩm tương đối; độ chứa hơi; enthalpy của không khí ẩm.

- Kỹ năng:

- ✓ Xác định được các thông số trạng thái không khí ẩm bằng công thức.

- Thái độ:

- ✓ Sinh viên có thái độ nghiêm túc tiếp thu bài giảng, tham gia phát biểu và thảo luận xây dựng bài.
- ✓ Rèn luyện tính tư duy, tinh thần học hỏi, tạo động cơ thi đua học tập.

Đồ dùng và phương tiện dạy học:

- Giáo án, bài giảng bằng chương trình powerpoint.
- Đồ dùng, thiết bị: Máy chiếu, Laptop, Bảng, Phấn.

I. Ổn định lớp học:

Thời gian: 03 phút

- Điểm danh học sinh, sinh viên.
- Ghi sổ lên lớp, sổ tay giáo viên.

II. Thực hiện bài học:

Thời gian: 42 phút

TT	Nội dung	Hoạt động dạy học		Thời gian (phút)
		Hoạt động của giáo viên	Hoạt động của học sinh	
1	<u>Dẫn nhập</u>	- Giới thiệu tổng quan chương 5. - Thuyết giảng có hình ảnh minh họa	- Lắng nghe, quan sát. - Lắng nghe, quan sát và trao đổi.	2

TT	Nội dung	Hoạt động dạy học		Thời gian (phút)
		Hoạt động của giáo viên	Hoạt động của học sinh	
	- Gợi mở vào bài mới		- Lắng nghe, quan sát.	
2	<u>Giảng bài mới:</u> 5.1. Khái niệm cơ bản. 5.1.1 Định nghĩa và tính chất của không khí ẩm 5.1.2 Phân loại không khí ẩm 5.2 Các thông số đặc trưng của không khí ẩm. 1. Độ ẩm tuyệt đối (ρ_h) 2. Độ ẩm tương đối (ϕ) 3. Độ chứa hơi (d) 4. Entanpy của không khí ẩm (I) 5. Nhiệt độ nhiệt kế ướt (t_{ur}) 6. Nhiệt độ đọng sương (t_{ds})	- Giới thiệu các nội dung - Nêu các vấn đề, trình bày các vấn đề. - Phân tích các vấn đề. - Sau mỗi mục lớn, GV đặt câu hỏi, yêu cầu SV suy nghĩ trả lời - Mời SV đứng tại chỗ trả lời. - Nhận xét, đưa ra kết luận. - Cho bài tập ví dụ - Gọi SV lên bảng làm bài tập - Nhận xét, đưa ra kết quả	- Chú ý quan sát, lắng nghe và ghi chép. - Suy nghĩ trả lời câu hỏi - SV được mời đứng tại chỗ trả lời, những SV còn lại lắng nghe. - Tiếp thu, ghi chép. - Các SV suy nghĩ thảo luận làm bài tập -SV lên bảng làm bài tập -Tiếp thu, ghi chép	33
3	<u>Củng cố kiến thức và kết thúc bài:</u>	- Hệ thống lại bài học. - Nhấn mạnh các kiến thức trọng yếu của bài học. - Hỏi SV xem có câu hỏi nào cần giải đáp. - Cho bài tập trắc nghiệm củng cố bài học - Giải đáp câu hỏi và bài	- Lắng nghe -SV nào có câu hỏi đứng lên phát biểu, các SV còn lại lắng nghe. - Các SV suy nghĩ thảo luận trả lời câu hỏi - Lắng nghe, ghi	5

TT	Nội dung	Hoạt động dạy học		Thời gian (phút)
		Hoạt động của giáo viên	Hoạt động của học sinh	
		tập	chép.	
4	<u>Hướng dẫn tự học:</u>	Nhiệm vụ về nhà: - Đọc hiểu những kiến thức đã học tại lớp. - Làm bài tập 5.1 đến 5.6 trong tập Bài giảng CSNĐKT & TN - Chuẩn bị: Đọc trước những mục còn lại của Chương 5 trong tập Bài Giảng.		2

<u>Nguồn tài liệu tham khảo</u>	[1]. Hoàng Đình Tín – Lê Chí Hiệp, <i>Nhiệt động lực học kỹ thuật</i>, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP.HCM, 2011. [2]. Hoàng Đình Tín, <i>Cơ sở truyền nhiệt và thiết kế thiết bị trao đổi nhiệt</i>, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP.HCM, 2013. [3]. Hoàng Đình Tín - Bùi Hải, <i>Bài tập Nhiệt động học kỹ thuật & Truyền nhiệt</i>, Nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.HCM, 2012.
---------------------------------	---

III. Rút kinh nghiệm sau tiết giảng:

- Nội dung:.....
- Phương pháp:
- Thời gian:

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 20

TRƯỞNG KHOA/
TRƯỞNG TỔ MÔN

GIÁO VIÊN

Trần Thị Ngọc Diệp

UỶ BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HỒ CHÍ MINH

ĐỀ CƯƠNG BÀI GIẢNG

Môn học: CƠ SỞ NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT VÀ
TRUYỀN NHIỆT

Bài Giảng: KHÁI NIỆM VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐẶC
TRUNG CỦA KHÔNG KHÍ ẨM

Lớp: 18C1-KML1

Khoá: 2018

Họ và tên giáo viên: TRẦN THỊ NGỌC DIỆP

Năm học: 2018-2019

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 1 năm 2019

Chương 5: KHÔNG KHÍ ẨM

BÀI GIẢNG: KHÁI NIỆM VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA KHÔNG KHÍ ẨM

NỘI DUNG BÀI HỌC:

5.1 Các khái niệm cơ bản

5.1.1 Định nghĩa và tính chất của không khí ẩm

Không khí ẩm là hỗn hợp của không khí khô và hơi nước. Là không khí được sử dụng trong kỹ thuật và trong sinh hoạt đời sống con người.

Không khí khô là hỗn hợp của các chất khí 78% N₂, 21% O₂, còn lại là CO₂ và các khí trơ.

Vì phân áp suất của hơi nước trong không khí ẩm rất nhỏ (khoảng 15 đến 20mm Hg), do đó ở nhiệt độ bình thường thì hơi nước trong khí quyển là hơi quá nhiệt, nên có thể xem như là khí lý tưởng và không khí ẩm có thể xem như là hỗn hợp của các khí lý tưởng với các tính chất như sau :

$$\text{Áp suất: } p = p_k + p_h \quad (5.1)$$

$$\text{Nhiệt độ: } t = t_k = t_h \quad (5.2)$$

$$\text{Khối lượng: } G = G_k + G_h \quad (5.3)$$

$$\text{Thể tích: } V = V_k = V_h \quad (5.4)$$

Trong đó: k và h nhỏ kí hiệu cho không khí khô và hơi trong không khí ẩm.

5.1.2 Phân loại không khí ẩm

Không khí ẩm được phân loại như sau :

- **Không khí ẩm chưa bão hòa** : là không khí ẩm chứa lượng hơi nước nhỏ hơn G_{hmax} , tức là còn có thể nhận thêm hơi nước từ các vật khác bay hơi vào để trở thành bão hòa. Hơi nước trong không khí ẩm chưa bão hòa là hơi quá nhiệt.

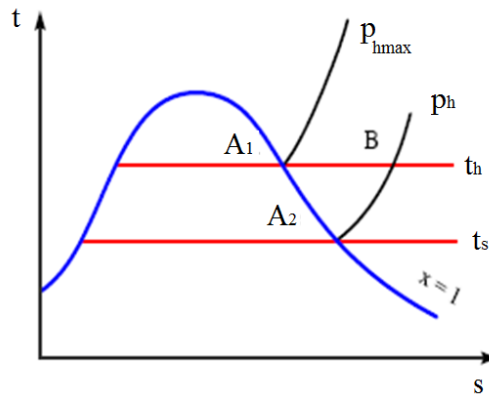
- **Không khí ẩm bão hòa** : là không khí ẩm trong đó hơi nước ở trạng thái hơi bão hòa khô và lượng hơi nước trong không khí ẩm là lớn nhất (G_{hmax}). Lúc này nếu ta thêm hơi nước vào thì nó sẽ đọng lại thành những hạt rất nhỏ, nếu tiếp tục cho thêm hơi nước vào ta sẽ được không khí ẩm quá bão hòa.

- **Không khí ẩm quá bão hòa** : là không khí ẩm chứa lượng hơi nước lớn hơn G_{hmax} . Hơi nước ở đây là hơi bão hòa ẩm, tức là ngoài hơi nước bão hòa khô còn có một lượng nước ngưng nhất định (G_n). Không khí ẩm khi có sương mù là không khí ẩm quá bão hòa vì có chứa những giọt nước ngưng tụ.

- ❖ Có thể biến không khí ẩm chưa bão hòa thành bão hòa bằng một trong 2 cách sau đây (*hình 5.1*):

- Cách thứ nhất (theo đường B – A₁): giữ không đổi nhiệt độ hơi $t_h = \text{const}$, tăng áp suất của hơi nước từ p_h đến áp suất bão hòa p_{hmax} . Trong trường hợp này, không khí ẩm chưa bão hòa nhận thêm hơi nước đến khi trở thành bão hòa.

- Cách thứ hai (theo đường B – A₂) : giữ không đổi áp suất của hơi $p_h = \text{const}$, giảm nhiệt độ của hơi từ t_h đến nhiệt độ đọng sương t_s . Trường hợp này xảy ra trong mùa đông khi nhiệt độ không khí đột ngột giảm xuống đến giá trị bằng hoặc nhỏ hơn nhiệt độ đọng sương, hơi nước trong không khí sẽ ngưng tụ thành sương mù.



Hình 5.1 Đồ thị $t - s$ của hơi nước

5.2 Các thông số đặc trưng của không khí ẩm

1) Độ ẩm tuyệt đối (ρ_h): là khối lượng hơi nước có trong 1 m³ không khí ẩm.

$$\rho_h = \frac{G_h}{V} [\text{kg/m}^3] \quad (5.5)$$

Trong đó: V - thể tích không khí ẩm, m³.

Trong thực tế để biết khả năng chứa hơi nước nhiều hay ít của không khí ẩm ta cần dùng đến độ ẩm tương đối.

2) Độ ẩm tương đối (φ): là tỷ số giữa độ ẩm tuyệt đối của không khí ẩm chưa bão hòa (ρ_h) và độ ẩm tuyệt đối của không khí ẩm bão hòa ($\rho_{h\max}$) ở cùng nhiệt độ.

$$\varphi = \frac{\rho_h}{\rho_{h\max}} [\%] \quad (5.6)$$

Sử dụng phương trình trạng thái của khí lý tưởng cho hơi nước ta có :

- Với hơi nước trong không khí ẩm chưa bão hòa:

$$p_h \cdot V = G_h \cdot R_h \cdot T \Rightarrow \frac{G_h}{V} = \frac{p_h}{R_h \cdot T} = \rho_h$$

- Với hơi nước trong không khí ẩm bão hòa :

$$p_{h\max} \cdot V = G_{h\max} \cdot R_h \cdot T \Rightarrow \frac{G_{h\max}}{V} = \frac{p_{h\max}}{R_h \cdot T} = \rho_{h\max}$$

Từ (6-6), (a) và (b), ta có:

$$\varphi = \frac{p_h}{p_{h\max}} [\%] \quad (5.7)$$

Vì $0 \leq p_h \leq p_{h\max}$ nên $0 \leq \varphi \leq 100 \%$. Không khí khô có $\varphi = 0$, không khí ẩm bão hòa có $\varphi = 100 \%$.

Độ ẩm tương đối là một đại lượng có ý nghĩa lớn không chỉ trong kỹ thuật mà trong cuộc sống con người. Con người sẽ cảm thấy thoải mái nhất trong không khí có độ ẩm tương đối $\varphi = 40 \div 70 \%$. Trong bảo quản rau quả thực phẩm có độ ẩm tương đối khoảng $\varphi = 90 \%$ ($0 \div 5^\circ\text{C}$).

Dụng cụ đo độ ẩm tương đối gọi là ẩm kế. Ẩm kế thông dụng gồm 2 nhiệt kế thủy ngân: nhiệt kế khô và nhiệt kế ướt (hình 5.2). Nhiệt kế ướt có bầu thủy ngân được bọc vải thấm ướt bằng nước. Nhiệt độ đo bằng nhiệt kế khô gọi là nhiệt độ khô (t_k), còn nhiệt độ đo bằng nhiệt kế ướt gọi là nhiệt độ ướt (t_u). Hiệu số $\Delta t = t_k - t_u$ tỷ lệ với độ ẩm tương đối của không khí. Không khí càng khô thì Δt càng lớn, không khí ẩm bão hòa có $\Delta t = 0$.

3) Độ chứa hơi d: là lượng hơi nước chứa trong không khí ẩm ứng với 1kg không khí khô.

$$d = \frac{G_h}{G_k} [\text{kg}_{\text{hơi}} / \text{kg}_{\text{kk}}] \quad (5.8)$$

Áp dụng phương trình trạng thái của khí lý tưởng cho hơi nước và không khí khô ta có :

$$p_h \cdot V = G_h \cdot R_h \cdot T \Rightarrow G_h = \frac{p_h \cdot V}{R_h \cdot T}$$

$$\text{và} \quad p_k \cdot V = G_k \cdot R_k \cdot T \Rightarrow G_k = \frac{p_k \cdot V}{R_k \cdot T}$$

Từ (7-8), (c) và (d) ta có:

$$d = \frac{p_h R_k}{p_k R_h}, \text{ Với } R_k = \frac{8314}{29} \text{ và } R_h = \frac{8314}{18}$$

$$\Rightarrow d = 0,622 \frac{p_h}{p_k}$$

Mà $p = p_k + p_h$

$$\Rightarrow d = 0,622 \frac{p_h}{p - p_h} \quad (5.9)$$

$$\text{Mà: } \varphi = \frac{p_h}{p_{h\max}} \Rightarrow$$

$$d = 0,622 \frac{\varphi \cdot p_{h\max}}{p - \varphi \cdot p_{h\max}} [\text{kg}_{\text{hơi}} / \text{kg}_{\text{kk}}] \quad (5.10)$$

4) Enthapy của không khí ẩm:

Enthapy không khí ẩm bằng tổng enthanpy của không khí khô và hơi nước chứa trong nó. Enthapy của không khí ẩm có chứa 1kg không khí khô, cũng có nghĩa là (1+d)kg không khí ẩm.

$$d = \frac{G_h}{G_k} \Rightarrow d = G_h \text{ (do } G_k = 1), G = G_k + G_h = 1 + d$$

$$I = i_k + d \cdot i_h \quad (5.11)$$

Trong đó:

i_k : enthanpy 1kg không khí khô, được xác định:

$$i_k = 1,0048 \cdot t \approx t \quad [\text{kJ/kg}]$$

i_h : enthalpy hơi nước, được xác định:

$$i_h = 2500 + 2.t \quad [\text{kJ/kg}]$$

$$\Rightarrow I = t + (2500 + 2.t).d \quad [\text{kJ/kg}] \quad (5.12)$$

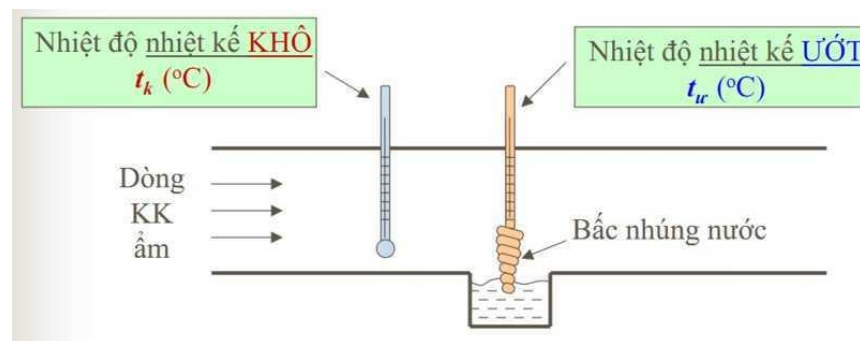
5) Nhiệt độ nhiệt kế ướt :

Khi cho hơi nước bay hơi đoạn nhiệt vào không khí chưa bão hòa ($I = \text{const}$). Nhiệt độ của không khí sẽ giảm dần trong khi độ ẩm tương đối tăng lên. Tới trạng thái $\phi = 100\%$ quá trình bay hơi chấm dứt. Nhiệt độ ứng với trạng thái bão hòa cuối cùng này gọi là nhiệt độ nhiệt kế ướt và ký hiệu là t_{ur} . Người ta gọi nhiệt độ nhiệt kế ướt là vì nó được xác định bằng nhiệt kế có bầu thấm ướt nước như trên hình 5.2.

Như vậy nhiệt độ nhiệt kế ướt của một trạng thái là nhiệt độ ứng với trạng thái bão hòa và có entanpi I bằng entanpi của trạng thái đã cho. Trên thực tế ta có thể đo được nhiệt độ nhiệt kế ướt của trạng thái không khí hiện thời là nhiệt độ trên bề mặt thoáng của nước.

6) Nhiệt độ đọng sương:

Nhiệt độ đọng sương t_{ds} là nhiệt độ tại đó không khí chưa bão hòa trở thành không khí ẩm bão hòa trong điều kiện phân áp suất của hơi nước không đổi $p_h = \text{const}$. Từ bảng nước và hơi nước bão hòa, khi biết p_h ta tìm được nhiệt độ t_{ds}



Hình 5.2 Ẩm kế

Ví dụ : Không khí ẩm có trạng thái: $t = 25^\circ\text{C}$, $\phi = 60\%$, áp suất khí quyển $p = 1\text{bar}$. Xác định p_h , d , I , t_{ds} của không khí ẩm.

Giải:

Tra bảng nước và hơi nước bão hòa theo nhiệt độ:

$$\text{Với } t = 25^\circ\text{C} \Rightarrow p_{bh} (p_{h\max}) = 0,03166 \text{ bar}$$

$$p_h = \phi * p_{bh} = 0,6 * 0,03166 = 0,018996 \text{ bar}$$

$$d = 0,622 \cdot \frac{p_h}{p - p_h} = 0,622 \cdot \frac{0,018996}{1 - 0,018996} = 0,012 \text{ kg}_{\text{hơi}}/\text{kg}_{\text{kkk}}$$

$$I = t + (2500 + 2t).d = 25 + (2500 + 2 \cdot 25)0,012 = 55,6 \text{ kJ/kg}$$

Tra bảng nước và hơi nước bão hòa theo p :

$$p_h = 0,018996 \text{ bar} \Rightarrow t_{ds} = 16,6^\circ\text{C}$$

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM CÙNG CỐ BÀI HỌC

Câu 1: Chọn phát biểu đúng:

- A. Không khí ẩm là hỗn hợp không khí khô và hơi nước.
- B. Không khí ẩm là hỗn hợp của N_2 và O_2
- C. Không khí ẩm là hỗn hợp của hơi nước và O_2
- D. Cả 3 câu đều đúng

Câu 2: Không khí ẩm có thể nhận được thêm lượng hơi nước là:

- A. Không khí ẩm chưa bão hòa.
- B. Không khí ẩm bão hòa.
- C. Không khí ẩm quá bão hòa
- D. Cả 3 câu đều sai.

Câu 3: Không khí ẩm có sương mù là:

- A. Không khí ẩm chưa bão hòa
- B. Không khí ẩm bão hòa
- C. Không khí ẩm quá bão hòa
- D. Cả 3 đáp án khác đều sai

Câu 4: Không khí có độ ẩm $\varphi = 0$ là:

- A. Không khí khô
- B. Không khí ẩm chưa bão hòa
- C. Không khí ẩm bão hòa
- D. Không khí ẩm quá bão hòa

Câu 5: Để không khí ẩm chưa bão hòa thành không khí ẩm bão hòa ta thực hiện:

- A. Giữ nhiệt độ KKA không đổi, giảm phân áp suất hơi nước.
- B. Giữ phân áp suất hơi nước không đổi, giảm nhiệt độ KKA
- C. Giữ phân áp suất hơi nước không đổi, tăng nhiệt độ KKA
- D. Tăng nhiệt độ KKA, giảm phân áp suất hơi nước.

BÀI TẬP

5.1 Không khí ẩm có phân áp suất hơi nước 30mmHg, áp suất khí quyển $p_0 = 750\text{mmHg}(0^\circ\text{C})$. Xác định độ chứa hơi d.

Đáp số: 0,026 kg/kg_{kk}

5.2 Cho 1kg không khí ẩm có áp suất $p = 1\text{bar}$, nhiệt độ $t = 15^\circ\text{C}$, phân áp suất của hơi nước $p_h = 1270\text{N/m}^2$. Xác định độ ẩm tương đối φ , nhiệt độ sương t_s , độ chứa hơi d, entanpi I và khối lượng riêng của không khí ẩm?

Đáp số: $\varphi = 0,745$; $t_s = 10,5^\circ\text{C}$; $d = 8\text{g/kg}_{\text{kk}}$; $I = 35,1\text{kJ/kg}_{\text{kk}}$; $\rho = 1,21\text{ kg/m}^3$

5.3 100m^3 không khí ẩm ở áp suất $p = 1\text{bar}$, nhiệt độ $t = 35^\circ\text{C}$, độ ẩm $\varphi = 70\%$. Xác định độ chứa hơi d, nhiệt độ đọng sương t_s , khối lượng không khí G_k , khối lượng hơi nước G_h có trong không khí ẩm?

Đáp số: $d = 25,5\text{g/kg}$; $t_s = 29^\circ\text{C}$; $G_k = 113\text{ kg}$; $G_h = 2,74\text{ kg}$.

5.4 Không khí ẩm ở $p = 1\text{bar}$, nhiệt độ $t = 30^\circ\text{C}$, độ chứa hơi $d = 18\text{g/kg}$ khô. Xác định độ ẩm φ , nhiệt độ đọng sương t_s , entanpi I, độ chứa hơi lớn nhất d_{max} ?

Đáp số: $\varphi = 0,66$; $t_s = 22,2^\circ\text{C}$; $I = 76\text{ KJ/kg}_{\text{kk}}$, $d_{\text{max}} = 27,5\text{g/kg}_{\text{kk}}$

5.5 10m^3 không khí ẩm ở áp suất 1 bar, nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$, nhiệt độ sương $t_s = 10^\circ\text{C}$. Xác định độ ẩm φ , độ chứa hơi d, khối lượng không khí ẩm và khối lượng riêng của không khí ẩm?