

BÀI GIẢNG

KỸ THUẬT SẤY

Giáo viên: ThS. Hoàng Văn Viết

Lớp: 18C1

Khoá: 18

Năm học: 2019-2020

Câu hỏi :

1. Vật liệu sấy gồm mấy thành phần? Kể tên?
2. Động lực quá trình sấy gồm mấy quá trình? Diễn ra như thế nào?

CHƯƠNG I: KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ SẤY

1.2. VẬT LIỆU ẨM VÀ TÁC NHÂN SẤY

1.2.1.1. Tầm quan trọng của việc xác định độ ẩm của vật liệu sấy

- Giúp đánh giá thời gian sấy, phương án sấy và thời gian bảo quản cho vật liệu sau khi sấy.
- Độ ẩm vật liệu là chỉ tiêu quan trọng trong việc mua bán sản phẩm.

VD: Với điều kiện thông thoáng tốt, hạt lúa 14% có thể bảo quản dc 1 năm; trong khi, lúa 18% chỉ giữ được 2 tuần

1.2.1.2. Các khái niệm cơ bản về độ ẩm VLS

1.2.1.2.1 Độ ẩm tuyệt đối

Độ ẩm tuyệt đối là độ ẩm theo khối lượng vật liệu khô (VLK), là tỉ số giữa khối lượng ẩm và khối lượng VLK

$$\omega_k = 100 \frac{G_a}{G_k} (\%) = 100 \frac{G_a}{G - G_a} (\%)$$

Trong đó: $G = G_a + G_k$ là khối lượng của toàn bộ VLA

Độ ẩm tuyệt đối có thể lớn hơn 100% ?

1.2.1.2. Các khái niệm cơ bản về độ ẩm VLS

1.2.1.2.2. Độ ẩm tương đối

Độ ẩm tương đối là độ ẩm toàn phần theo cơ sở ướt, là tỉ số giữa khối lượng ẩm và toàn bộ VLA

$$\omega = 100 \frac{G_a}{G} (\%)$$

Độ ẩm tương đối có thể lớn hơn 100% ?

1.2.1.2.3 Quan hệ giữa độ ẩm tương đối và độ ẩm tuyệt đối

$$\omega = 100 \frac{\omega_k}{100 + \omega_k} (\%) \text{ hay } \omega_k = 100 \frac{\omega}{100 - \omega} (\%)$$

1.2.1.2. Các khái niệm cơ bản về độ ẩm VLS

1.2.1.2.4. Độ chứa ẩm và nồng độ ẩm

Độ chứa ẩm là giới hạn của tỉ số giữa lượng chứa ẩm trong vật với khối lượng vật khô tuyệt đối

$$u = \frac{g_a}{g_k} \quad (\text{kg ẩm/kg vật khô})$$

Khi ẩm phân bố đều:

$$\omega_k = 100.u (\%)$$

1.2.1.2. Các khái niệm cơ bản về độ ẩm VLS

1.2.1.2.4. Độ chứa ẩm và nồng độ ẩm

Nồng độ ẩm c là tỉ số giữa khối lượng ẩm và thể tích VLK

$$c = \frac{g_a}{V_k} \quad (\text{kg ẩm/m}^3)$$

Khi ẩm phân bố đều:

$$\omega = c \cdot \rho$$

$$\rho = \frac{G}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad \text{Khối lượng riêng của VLA}$$

1.2.1.3. Phương pháp xác định độ ẩm VLS và lượng nước bốc hơi từ VLS

1.2.1.3.1. Phương pháp xác định độ ẩm VLS

Phương pháp sấy khô

NLHĐ: Dựa vào trọng lượng thực phẩm trước và sau khi sấy để tự tính toán phần trăm độ ẩm của mẫu. Ta chỉ cần đọc kết quả hiển thị trên màn hình sau khi sấy mà không cần phải tính toán như những cách xác định độ ẩm thủ công.

$$\omega = 100 \frac{G_1 - G_2}{G_1} (\%)$$



Cân sấy ẩm

1.2.1.3. Phương pháp xác định độ ẩm VLS và lượng nước bốc hơi từ VLS

1.2.1.3.2. Tính lượng nước bốc hơi từ VLS

$$W = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2} = G_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1} (kg)$$

G_1, G_2 : khối lượng VLS ban đầu, cuối (kg)

ω_1 : độ ẩm ban đầu

ω_2 : độ ẩm cuối

W : lượng nước mất đi (kg)

VD: sấy 2 tấn hạt từ 35% xuống 14%, lượng nước mất đi?

1.2.1.4. Các đặc trưng nhiệt vật lý của vật liệu sấy

1.2.1.4.1 Nhiệt dung riêng của vật liệu sấy

Nhiệt dung riêng của vật liệu sấy là nhiệt lượng cần thiết cung cấp cho 1 kg vật liệu sấy tăng lên 1 độ, nó được xác định bằng thực nghiệm. Để xác định được nhiệt dung riêng ta phải đo được nhiệt lượng q và độ chênh nhiệt độ.

$$C = \frac{C_k G_k + C_a G_a}{G_k + G_a} = C_k + (C_a - C_k) \omega \quad \left(\frac{kJ}{kgK} \right)$$

Với C_a và C_k lần lượt là là nhiệt dung riêng của ẩm và vật liệu khô

- $C_a = 4,186 \text{ kJ/kgK}$ khi ẩm ở dạng lỏng
- $C_a = 1,842 \text{ kJ/kgK}$ khi ẩm ở dạng hơi
- $C_k = (1,2 \div 1,7) \text{ kJ/kgK}$ khi VLS là thực phẩm

1.2.1.4. Các đặc trưng nhiệt vật lý của vật liệu sấy

1.2.1.4.1 Nhiệt dung riêng của vật liệu sấy

Một số công thức thực nghiệm trên các loại VLS:

- Lúa mỳ và các loại ngũ cốc:

$$C = 1,550 + 0,0253.\omega \quad (kJ / kgK)$$

- Gỗ:

$$C = 4,19.\left[\frac{26,6 + 0,116.\omega}{1 + \omega}\right] \left(\frac{kJ}{kgK}\right)$$

- Bắp cải và các loại rau:

$$C = 1,381 + 0,028.\omega \quad (kJ / kgK)$$

- Củ cải, cà rốt và các loại củ tương tự:

$$C = 1,387 + 0,028.\omega \quad (kJ / kgK)$$

1.2.1.4. Các đặc trưng nhiệt vật lý của vật liệu sấy

1.2.1.4.1 Nhiệt dung riêng của vật liệu sấy

VD. Xác định nhiệt dung riêng của gỗ, bắp cải và cà rốt khi biết độ ẩm tương đối của các vật liệu kể trên có chung giá trị 50%

1.2.1.4. Các đặc trưng nhiệt vật lý của vật liệu sấy

1.2.1.4.2 Hệ số dẫn nhiệt của VLS

Đây là thông số nhiệt vật lý rất phức tạp do nó phụ thuộc không chỉ vào bản chất của vật liệu khô, độ ẩm mà còn phụ thuộc vào các hang xốp, đường kính các mao quản. Muốn xác định được hệ số dẫn nhiệt của VLS ta phải xác định được mật độ dòng nhiệt 1 và trường nhiệt độ để tìm gradient của nó.

$$\lambda = \lambda_k \frac{1 - \left(1 - \frac{\lambda_a}{\lambda_k}\right) \cdot \psi \cdot V_k}{1 + (\psi - 1) \cdot V_a} \left(\frac{W}{mK} \right)$$

Trong đó:

- λ_k và λ_a lần lượt là hệ số dẫn nhiệt của VLK và của ẩm
- V_k và V_a lần lượt là thể tích của VLK và của các hang xốp

1.2.1.4. Các đặc trưng nhiệt vật lý của vật liệu sấy

1.2.1.4.2 Hệ số dẫn nhiệt của VLS

ψ Là hệ số hình dáng các phần tử tạo nên VLS

- Phần tử hình cầu:
$$\psi = \frac{3\lambda_k}{2\lambda_k + \lambda_a}$$

- Phần tử hình trụ:
$$\psi = \frac{5\lambda_k}{3(\lambda_k + \lambda_a)}$$

- Phần tử hình tấm phẳng:
$$\psi = \frac{\lambda_k + 2\lambda_a}{3\lambda_a}$$

Hệ số dẫn nhiệt của lúa mỳ và các loại ngũ cốc xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$\lambda = 1,381 + 0,028.\omega \quad (\text{W} / \text{m K})$$

1.2.1.5. Xác định độ ẩm cân bằng

Độ ẩm cân bằng là độ ẩm của vật khi ở trạng thái cân bằng với môi trường xung quanh vật đó. Ở trạng thái này độ chứa ẩm trong vật là đồng đều và phân áp suất hơi nước trên bề mặt vật ẩm bằng phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm, lúc này quá trình trao đổi ẩm giữa vật với môi trường kết thúc

Độ ẩm cân bằng của VLS không chỉ phụ thuộc vào trạng thái không khí mà còn phụ thuộc vào bản chất cơ lý của từng vật liệu

1.2.1.5. Xác định độ ẩm cân bằng

Ở nhiệt độ 25°C, theo **G.K. Phylonhenko**:

$$\omega_{cb} = \left(\frac{B}{b} \right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{\varphi}{\frac{100}{b} - \varphi} \right)^{\frac{1}{n}} (\%)$$

Vật liệu	B	b	n
Len dạ	205	0,75	2
Tơ tằm	730	1	3
Bông	45	1	2
Gỗ	81	1	2
Thuốc lá	275	1	2

1.2.1.5. Xác định độ ẩm cân bằng

Với các loại hạt ngũ cốc, ở nhiệt độ 25°C, theo **G.A. Egorov**

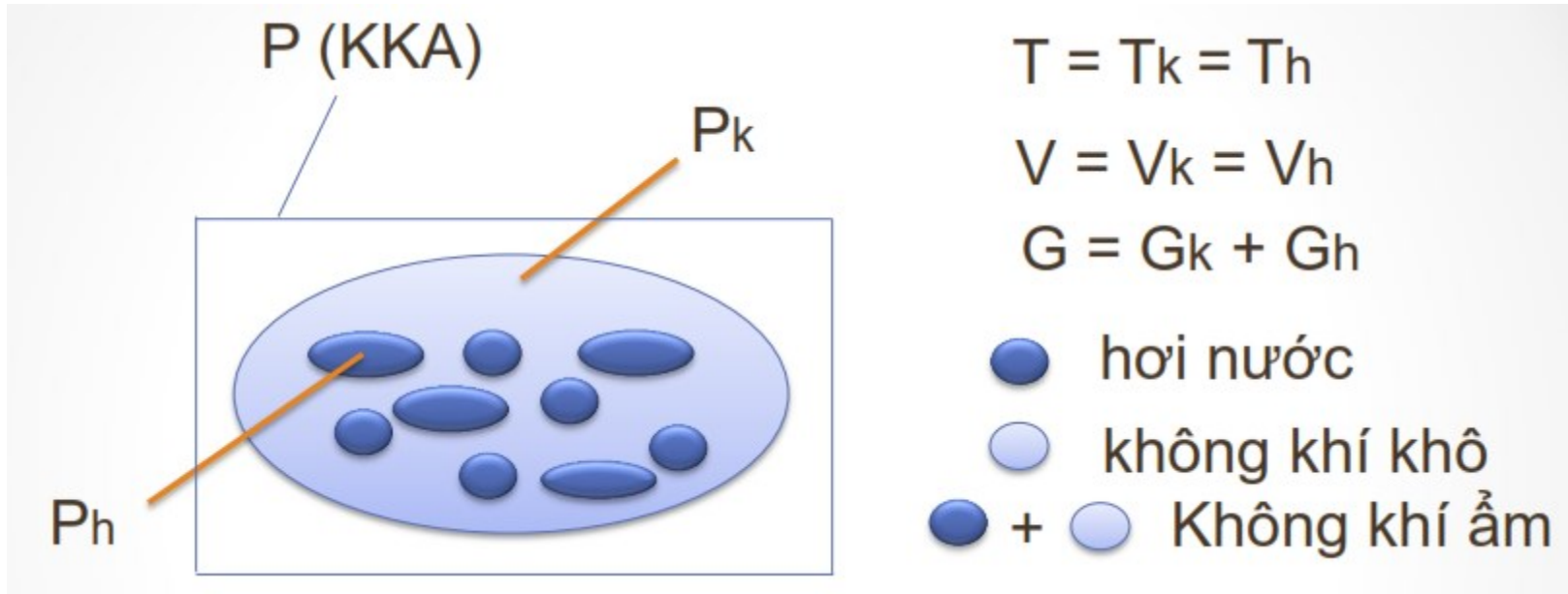
$$\omega_{cbh} = K_1 + 0,435 K_2 \ln \left(\frac{100}{100 - \varphi} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\%)$$

- $\omega_{cbh} = (0 \div 8)(\%)$ và $0\% < \varphi < 10\%$ thì $K_1 = 0$; $K_2 = 29,5$
- $\omega_{cbh} = (8,5 \div 15,5)(\%)$ và $10\% < \varphi < 80\%$ thì $K_1 = 2,7$; $K_2 = 19,5$
- $\omega_{cbh} > 15(\%)$ và $80\% < \varphi < 100\%$ thì $K_1 = 4,5$, $K_2 = 30,5$

Bài tập VLA

1. Xác định độ ẩm cân bằng của gỗ để trong không khí có trạng thái $(\varphi_o, t_o) = (79\%, 20^\circ\text{C})$
2. Xác định độ ẩm cân bằng của thuốc lá để trong không khí có trạng thái $(\varphi_o, t_o) = (85\%, 25^\circ\text{C})$
3. Xác định độ ẩm cân bằng của ngô để trong không khí có trạng thái $(\varphi_o, t_o) = (80\%, 25^\circ\text{C})$

1.2.2.1. Không khí ẩm



Định luật Dalton: $P = P_k + P_h$

P_h : phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm (KKA)

P_k : phân áp suất không khí khô trong KKA

P : áp suất KKA hay áp suất khí trời

G, G_k, G_h (kg) : lần lượt là khối lượng KKA, KKK và hơi nước

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.1 Phân loại không khí ẩm

- Không khí ẩm chưa bão hòa là KKA mà lượng hơi nước chứa trong đó chưa đạt đến giá trị cực đại ($G_h < G_{hmax}$) ($P_h < P_b$) và hơi nước trong đó là hơi nước quá nhiệt.
- Không khí ẩm bão hòa là KKA mà lượng hơi nước chứa trong đó đạt đến giá trị cực đại ($G_h = G_{hmax}$) ($P_h = P_b$) và hơi nước trong đó là hơi nước bão hòa khô.
- Không khí ẩm quá bão hòa là KKA mà trong đó có một phần là KKA bão hòa và một phần hơi nước đã ngưng tụ thành các giọt nước.



Chỉ có KKA chưa bão hòa mới có khả năng nhận thêm hơi nước (đóng vai trò làm TNS)

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.2 Các thông số của không khí ẩm

a) Độ ẩm tuyệt đối ρ (kg/m³)

$$\rho = \frac{G_h}{V} = \frac{\text{Khối lượng hơi nước trong khối KKA}}{\text{Thể tích khối KKA}}$$

b) Độ ẩm tương đối φ (%)

$$\varphi = \frac{G_h}{G_{\max}} \% = \frac{\text{Khối lượng hơi nước trong khối KKA}}{\text{Khối lượng hơi nước cực đại mà khối KKA có thể chứa}}$$

$$0 \leq \varphi \leq 100\% \begin{cases} \varphi = 0\% & \text{Không khí khô tuyệt đối} \\ \varphi = 100\% & \text{Không khí ẩm bão hòa} \end{cases}$$

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.2 Các thông số của không khí ẩm

b) Độ ẩm tương đối φ (%)

$$\varphi = \frac{P_h}{P_b} = \frac{P_{bu}}{P_{bk}} - A \frac{P}{P_{bk}} (t_k - t_u) \quad (\%)$$

Với P_b là áp suất bão hòa theo nhiệt độ t

$$P_b = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t} \right] = e^{\left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t} \right]} \quad (bar)$$

$P = 1 \text{ atm} = 0,981 \text{ (bar)}$: áp suất khí quyển

Khi tốc độ không khí $v \leq 0,5 \text{ m/s}$ ta có hệ số $A = 66.10^{-5}$

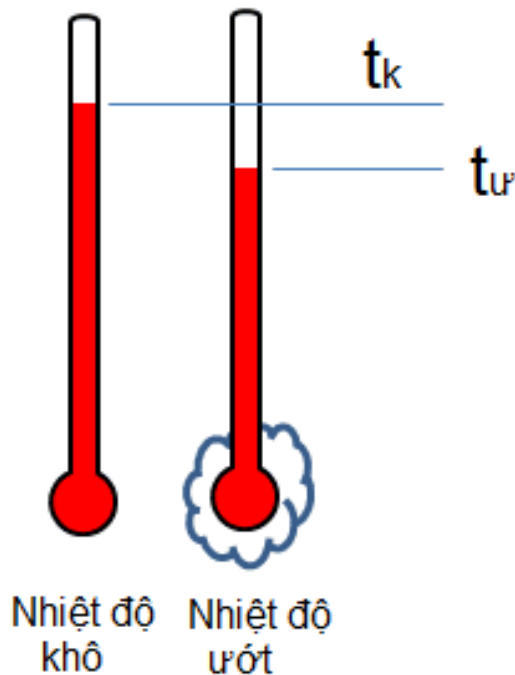
Khi tốc độ không khí $v > 0,5 \text{ m/s}$ ta có hệ số:

$$A = \left[65 + \frac{7,5}{v} \right] 10^{-5}$$

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.2 Các thông số của không khí ẩm

c) Nhiệt độ khô (t_k) và nhiệt độ ướt (t_u)



$t_k > t_u$: Không khí ở trạng thái chưa bão hòa hay không khí không vẫn nhận thêm hơi nước

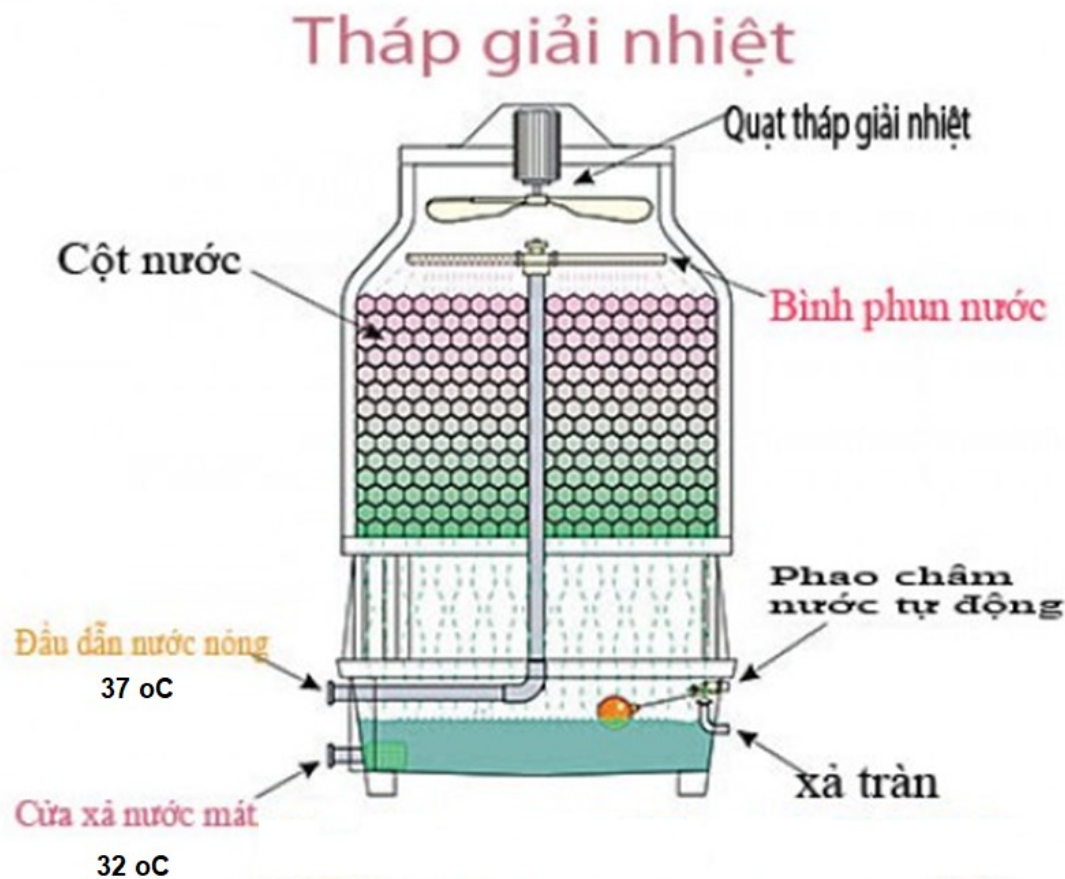
$t_k = t_u$: Không khí ở trạng thái bão hòa hay không khí không thể nhận thêm hơi nước

Nhiệt độ bầu ướt thể hiện khả năng chất lỏng có thể được làm mát tối đa là bao nhiêu độ.

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.2 Các thông số của không khí ẩm

c) Nhiệt độ khô (t_k) và nhiệt độ ướt (t_u)



t_u ?

1.2.2.1. Không khí ẩm

1.2.2.1.2 Các thông số của không khí ẩm

VD: Trong phòng có đặt 2 nhiệt kế: nhiệt kế khô chỉ 40°C , nhiệt kế ướt chỉ 30°C . Biết áp suất khí quyển $P = 1\text{atm}$, hãy xác định độ ẩm tương đối của phòng khi vận tốc gió trong phòng $v < 0,5 \text{ m/s}$.

Câu hỏi kiểm tra :

1. Tầm quan trọng của việc xác định độ ẩm VLS ?
2. Độ ẩm cân bằng là gì? Xác định độ ẩm cân bằng của ngũ cốc bằng công thức nào?
3. Không khí ẩm gồm mấy thành phần? Kể tên?
4. Không khí ẩm loại nào có khả năng nhận thêm hơi nước? Vì sao?
5. Trình bày điểm khác biệt giữa độ ẩm tương đối và độ ẩm tuyệt đối của KKA?
6. Bản chất của nhiệt độ bầu ướt?

Yêu cầu về nhà:

Đọc trước mục tác nhân sấy là khói lò trong tài liệu [1]