

BÀI GIẢNG

KỸ THUẬT SẤY (Tiết 15-16)

Giáo viên: ThS. Hoàng Văn Viết

Lớp: 18C1

Khoá: 18

Năm học: 2019-2020

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN NHIỆT THIẾT BỊ SẤY

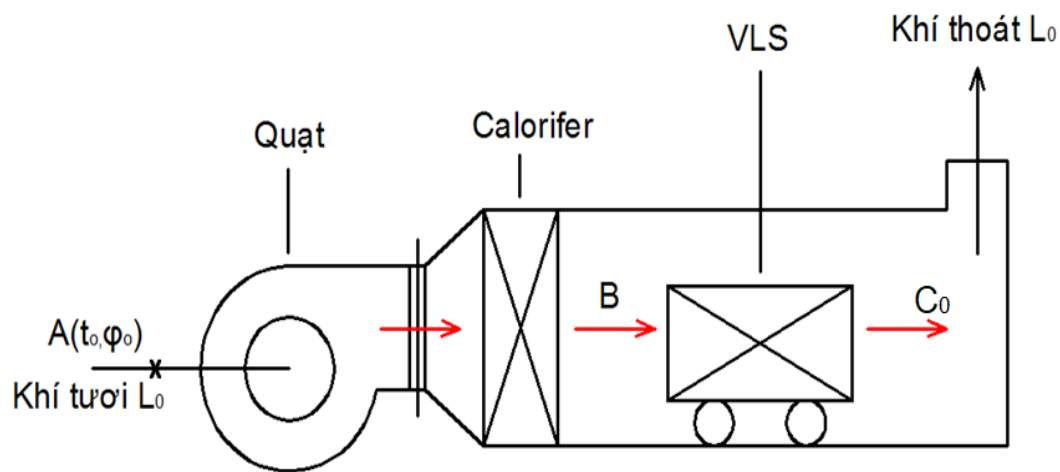
3.1 TÍNH TOÁN NHIỆT THIẾT BỊ SẤY ĐỐI LƯU KHÔNG HỒI LƯU TNS

Tính toán nhiệt nhằm mục đích xác định:

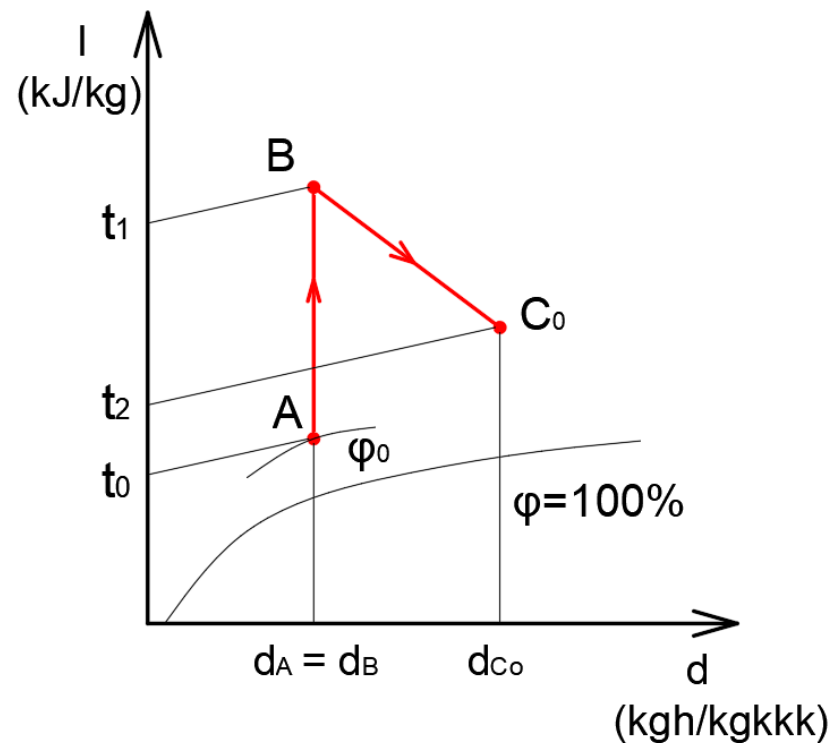
- Công suất nhiệt Q (kW)
- Lưu lượng TNS cần thiết V (m³/h)

3.1. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu không hồi lưu TNS

3.1.1. Quá trình sấy lý thuyết



Sơ đồ nguyên lý HTS không hồi lưu TNS



3.1.1. Quá trình sấy lý thuyết

a) Thông số TNS sau quá trình sấy lý thuyết

$$I_1 = I_{20}$$

Entanpi: $I_1 = C_{pk} \cdot t_1 + d_1 (r + C_{ph} \cdot t_1)$

$$I_{20} = C_{pk} \cdot t_2 + d_{20} (r + C_{ph} \cdot t_2)$$

- Độ chứa hơi d_{20}

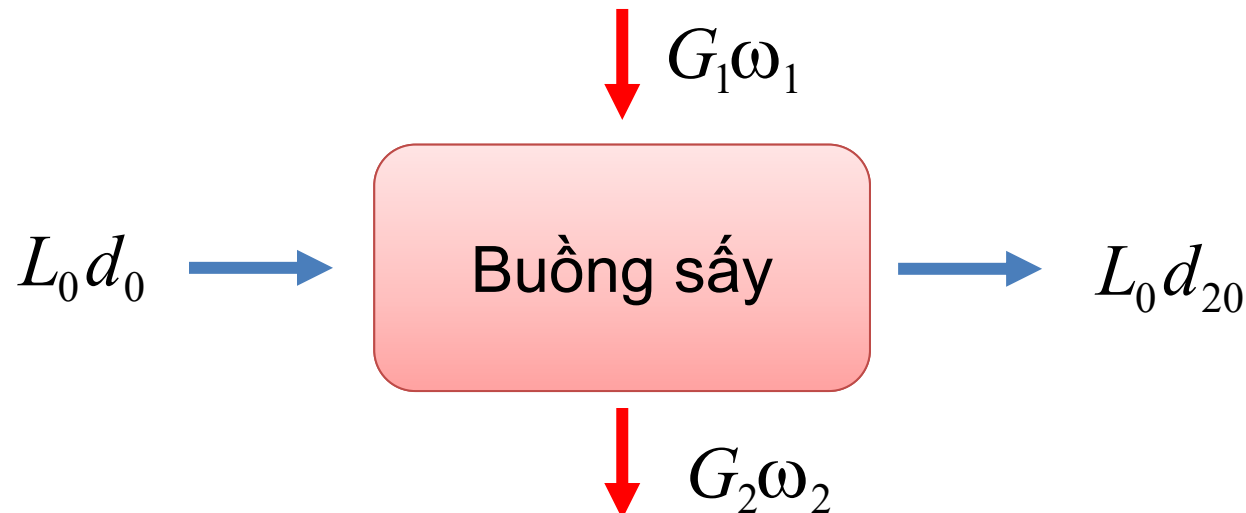
$$d_{20} = d_1 + \frac{(C_{pk} + d_1 C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph} t_2}$$

- Độ ẩm tương đối φ_{20}

$$\varphi_{20} = \frac{P \cdot d_{20}}{P_{b2} \cdot (0,621 + d_{20})}$$

3.1.1. Quá trình sấy lý thuyết

b) Lưu lượng không khí khô cần thiết L_0



PT cân bằng ẩm $L_0 d_0 + G_1 \omega_1 = L_0 d_{20} + G_2 \omega_2$

Lưu lượng không khí khô lý thuyết đi qua HTS trong 1 giờ

$$L_0 = \frac{G_1 \omega_1 - G_2 \omega_2}{d_{20} - d_0} = \frac{W}{d_{20} - d_0} \left(\frac{kgkk}{h} \right)$$

3.1.1. Quá trình sấy lý thuyết

b) Lưu lượng không khí khô cần thiết l_0

$$l_0 = \frac{L_0}{W} = \frac{1}{d_{20} - d_0} \left(\frac{kgkk}{kgam} \right)$$

c) Lưu lượng thể tích V_0 của không khí ẩm có nhiệt độ t và độ ẩm φ :

$$V_0 = L_0 \cdot v_0 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

v_0 là thể tích riêng của khối kka ở nhiệt độ t và độ ẩm φ (tra cứu tại phụ lục 5)

Phụ lục 5. Thể tích không khí ẩm của 1kg không khí khô v (m^3/kg_{kk})
theo nhiệt độ và độ ẩm tương đối khi $p = 745 \text{ mmHg}$

$t (^{\circ}C)$	$\varphi (\%)$						
	100	90	70	50	30	10	0
-10	0,762	0,762	0,762	0,761	0,761	0,761	0,760
0	0,794	0,794	0,793	0,792	0,791	0,790	0,789
5	0,811	0,810	0,809	0,807	0,806	0,804	0,804
10	0,828	0,827	0,825	0,823	0,821	0,819	0,818
20	0,867	0,865	0,861	0,857	0,853	0,849	0,847
30	0,915	0,911	0,903	0,895	0,887	0,880	0,876
40	0,977	0,970	0,954	0,940	0,925	0,912	0,905
50	1,07	1,05	1,02	0,996	0,970	0,945	0,934
60	1,44	1,17	1,12	1,07	1,02	0,982	0,963
70	1,20	1,38	1,27	1,17	1,09	1,02	0,992
80	1,95	1,79	1,53	1,34	1,19	0,07	1,02
90	3,57	2,88	2,08	1,63	1,33	1,13	1,05

3.1.1. Quá trình sấy lý thuyết

d) Nhiệt lượng tiêu hao

$$Q_0 = L_0(I_1 - I_0) = L_0(I_{20} - I_0) \quad \text{kJ/h}$$

Từ đây ta có nhiệt lượng tiêu hao riêng

$$q_0 = \frac{Q_0}{W} = l_0 \cdot (I_1 - I_0) = l_0 \cdot (I_{20} - I_0)$$

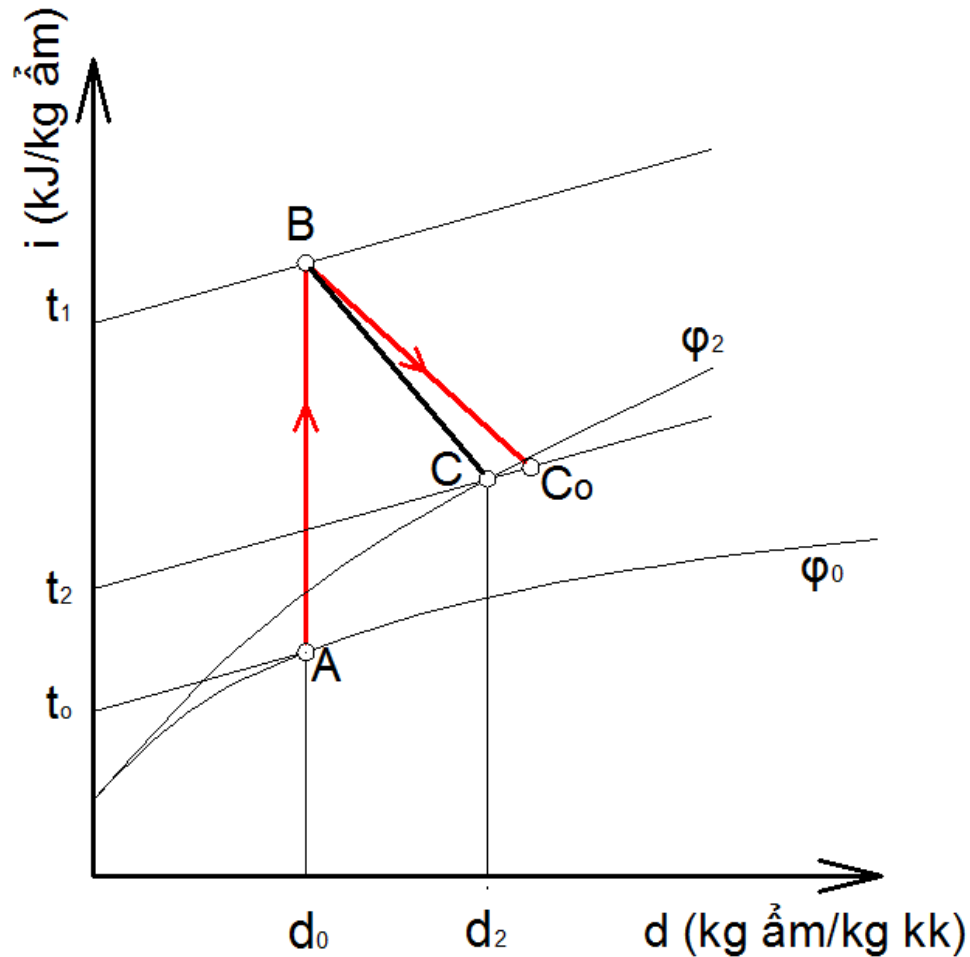
$$\text{hay } q_0 = l_0 \cdot \left\{ C_{pk} (t_2 - t_0) + d_0 (i_2 - i_0) \right\} + i_2 \quad (\text{kJ / kga})$$

Tổn thất nhiệt do
TNS mang đi

Nhiệt lượng có ích
để bay hơi 1kg ẩm

NX: Chọn t_2 càng nhỏ tổn thất nhiệt do TNS mang đi càng bé

3.1.2. Quá trình sấy thực



Biểu đồ QTS thực

3.1.2. Quá trình sấy thực

a) Lưu lượng không khí khô thực tế l

$$L = \frac{W}{d_2 - d_1} \left(\frac{kgkk}{h} \right)$$

$$l = \frac{1}{d_2 - d_1} \left(\frac{kgkk}{kgam} \right)$$

3.1.2. Quá trình sấy thực

Cân bằng nhiệt trong quá trình sấy thực

$$\underbrace{L(I_1 - I_0)}_{\text{Nhiệt lượng tiêu hao}} + \underbrace{\{(G_1 - W)C_V + WC_a\}t_{V1}}_{\text{Nhiệt vật lý do VLS mang vào}} + \underbrace{G_{ct}C_{ct}t_{ct1}}_{\text{Nhiệt vật lý do TBTT mang vào}} = \underbrace{L(I_2 - I_0)}_{\text{Nhiệt lượng do TNS thải vào mt}} + \underbrace{G_2C_Vt_{V2}}_{\text{Nhiệt vật lý do VLS mang đi}} + \underbrace{G_{ct}C_{ct}t_{ct2}}_{\text{Nhiệt vật lý do TBTT mang đi}} + \underbrace{Q_{mt}}_{\text{Tổng thất ra mt}}$$

Do đó:

$$\underbrace{L(I_1 - I_0)}_Q = \underbrace{L(I_2 - I_0)}_Q + \underbrace{G_2C_V(t_{V2} - t_{V1})}_{Q_V} + \underbrace{G_{ct}C_{ct}(t_{ct2} - t_{ct1})}_{Q_{ct}} + Q_{mt} - WC_a t_{V1}$$

Chia 2 vế cho W ta có:

$$\underbrace{q = l(I_1 - I_0)}_{L/W} = \underbrace{l(I_2 - I_0)}_{Q_V/W} + \underbrace{q_V}_{Q_{ct}/W} + \underbrace{q_{ct}}_{Q_{mt}/W} + \underbrace{q_{mt}}_{Q_{mt}/W} - C_a t_{V1}$$

3.1.2. Quá trình sấy thực

Đặt: $\Delta = C_a t_{V1} - q_V - q_{ct} - q_{mt}$

Ta được: $q = l \cdot (I_1 - I_0) = l \cdot (I_{12} - I_0) - \Delta \quad (kJ / kga)$

Vậy: $I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l}$

Trong thực tế, khi không có nhiệt lượng bổ sung ($q_{bs} = 0$) thì các quá trình sấy thực chỉ xảy ra với $\Delta < 0$, khi đó $I_2 < I_1$

3.1.2. Quá trình sấy thực

b) Xác định thông số TNS sau quá trình sấy thực

- Độ chứa hơi d_2

$$d_2 = d_1 + \frac{(C_{pk} + d_1 C_{ph})(t_1 - t_2)}{(r + C_{ph} t_2) - \Delta}$$

- Độ ẩm tương đối φ_2

$$\varphi_2 = \frac{P \cdot d_2}{P_{b2} \cdot (0,621 + d_2)}$$

- Entanpi I_2

$$I_2 = C_{pk} \cdot t_2 + d_2 (r + C_{ph} \cdot t_2)$$

c) Nhiệt lượng tiêu hao

- $$Q_0 = L(I_1 - I_0) \quad (\text{kJ/h})$$

VD: Một HTS đối lưu có năng suất sấy $G_2 = 20\text{kg/h}$, độ ẩm VLS trước và sau quá trình sấy $\omega_1 = 82\%$, $\omega_2 = 20\%$. Không khí trước khi vào calorifer có các thông số $(t_o, \varphi_o) = (28^\circ\text{C}, 82\%)$ và $p = 1 \text{ at}$. Nhiệt độ TNS trước TBS $t_1 = 90^\circ\text{C}$, sau TBS $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Xác định:

- Các thông số TNS (d_{20} , I_{20} , φ_{20}) và Nhiệt lượng Q_o (kW) trong quá trình sấy lý thuyết.
- Các thông số TNS (d_2 , I_2 , φ_2) và Nhiệt lượng Q (kW) trong quá trình sấy thực khi $\Delta = -250 \text{ kJ/kg ẩm}$.

a)

Độ chứa hơi của không khí ngoài trời:

$$P_{b0} = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_0} \right] = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + 28} \right] = 0,0376 \text{ (bar)}$$

$$d_0 = 0,621 \frac{\varphi_0 \cdot P_{b0}}{P - \varphi_0 \cdot P_{b0}} = 0,621 \frac{0,82 \cdot 0,0376}{0,981 - 0,82 \cdot 0,0376} = 0,0202 \text{ (kgh/ kgkkk)}$$

Entanpi của không khí ngoài trời:

$$I_0 = C_{pk} \cdot t_0 + d_0 (r + C_{ph} \cdot t_0) = 79,59 \text{ (kJ / kgkk)}$$

- Độ chứa hơi d_{20}

$$d_{20} = d_1 + \frac{(C_{pk} + d_1 C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph} t_2} = 0,0404 \text{ (kgh/ kgkkk)}$$

Entanpi của TNS sau khi ra khỏi buồng sấy

$$I_{20} = C_{pk} \cdot t_2 + d_{20}(r + C_{ph} \cdot t_2) = 144,15 (kJ / kgkk)$$

Độ ẩm của TNS sau khi ra khỏi buồng sấy

$$P_{b2} = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_2} \right] = 0,07317 \text{ (bar)}$$

$$\varphi_{20} = \frac{P \cdot d_{20}}{P_{b2} \cdot (0,621 + d_{20})} \approx 81,82 (\%)$$

Lượng nước bay hơi trong 1 giờ

$$W = G_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1} = 20 \frac{82 - 20}{100 - 82} = 68,98 (kg / h)$$

Lượng không khí khô lý thuyết đi qua HTS trong 1 giờ

$$L_0 = \frac{W}{d_{20} - d_0} = 3405,7 \text{ (kgkk / h)}$$

Nhiệt lượng tiêu hao trong quá trình sấy lý thuyết

$$Q_o = L_0 \cdot (I_1 - I_0) = 219850 \text{ (kJ/ h)} = 61,07 \text{ (kW)}$$

b)

- Độ chứa hơi d_2

$$d_2 = d_1 + \frac{(C_{pk} + d_1 C_{ph})(t_1 - t_2)}{(r + C_{ph} t_2) - \Delta} = 0,0386 \text{ (kgh/ kgkkk)}$$

- Độ ẩm tương đối φ_2

$$\varphi_2 = \frac{P.d_2}{P_{b2} \cdot (0,621 + d_2)} \approx 78,4 (\%)$$

- Entanpi I_2

$$I_2 = C_{pk} \cdot t_2 + d_2 (r + C_{ph} \cdot t_2) = 139,54 (kJ / kgkk)$$

- Lượng không khí khô lý thuyết đi qua HTS trong 1 giờ

$$L = \frac{W}{d_2 - d_0} = 3736,6 (kgkk / h)$$

- Nhiệt lượng tiêu hao trong quá trình sấy thực

$$Q = L \cdot (I_1 - I_0) / 3600 = 67 (kW)$$

Bài tập về nhà:

Một HTS đối lưu có năng suất sấy $G_1 = 250\text{kg/h}$, độ ẩm VLS trước và sau quá trình sấy $\omega_1 = 80\%$, $\omega_2 = 25\%$. Không khí trước khi vào calorifer có các thông số $(t_o, \varphi_o) = (30^\circ\text{C}, 81\%)$ và $p = 1 \text{ at}$. Nhiệt độ TNS trước TBS $t_1 = 85^\circ\text{C}$, sau TBS $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Xác định:

- Các thông số TNS ($d_{20}, l_{20}, \varphi_{20}$), lưu lượng thể tích KKA V_o (m^3/h) và Nhiệt lượng Q_o (kW) trong quá trình sấy lý thuyết.
- Các thông số TNS (d_2, l_2, φ_2), lưu lượng thể tích KKA V (m^3/h) và Nhiệt lượng Q (kW) trong quá trình sấy thực khi $\Delta = -400 \text{ kJ/kg}$ ẩm.

Yêu cầu đọc trước:

Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu hồi lưu một phần TNS [1] và [2]