

BÀI GIẢNG

KỸ THUẬT SẤY (Tiết 19-20)

Giáo viên: ThS. Hoàng Văn Viết

Lớp: 18C1

Khoá: 18

Năm học: 2019-2020

Bài tập về nhà:

Cho một HTS dùng không khí nóng làm TNS thực hiện chế độ sấy hồi lưu một phần với $n = 1,2$. Cho biết thông số không khí ngoài trời $A(t_0, \varphi_0) = A(30^\circ\text{C}, 84\%)$, nhiệt độ TNS trước và sau QTS $t_1 = 62^\circ\text{C}$, $t_2 = 41^\circ\text{C}$, tổn thất nhiệt $\Delta = -400\text{kJ/kg}$ ẩm. Xác định:

- Thông số TNS ra khỏi TBS trong quá trình sấy lý thuyết, thực tế.
- Thông số trạng thái hỗn hợp và nhiệt lượng cần thiết trong lý thuyết và sấy thực
- Thế tích KKA trong QTS lý thuyết và QTS thực

Độ chứa hơi của không khí ngoài trời:

$$P_{b0} = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_0} \right] = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + 30} \right] = 0,0422 \text{ (bar)}$$

$$d_0 = 0,621 \frac{\varphi_0 \cdot P_{b0}}{P - \varphi_0 \cdot P_{b0}} = 0,621 \frac{0,84 \cdot 0,0422}{0,981 - 0,84 \cdot 0,0422} = 0,0233 \text{ (kgh/ kgkkk)}$$

Entanpi của không khí ngoài trời:

$$I_0 = C_{pk} \cdot t_0 + d_0 (r + C_{ph} \cdot t_0) = 89,67 \text{ (kJ / kgkk)}$$

Độ chứa hơi sau quá trình sấy lý thuyết d_{20}

$$d_{20} = \frac{\frac{C_{pk}(t_1 - t_2)}{i_2} + \frac{d_o \cdot i_1}{(1+n)i_2}}{1 - \frac{n \cdot i_1}{(1+n)i_2}} = 0,04243 \left(\frac{\text{kgh}}{\text{kgkkk}} \right)$$

Độ chứa hơi sau quá trình sấy thực d_2

$$d_2 = \frac{\frac{C_{pk}(t_1 - t_2)}{i_2 - \Delta} + \frac{d_o(i_1 - \Delta)}{(1+n)(i_2 - \Delta)}}{1 - \frac{n(i_1 - \Delta)}{(1+n)(i_2 - \Delta)}} = 0,03982 \left(\frac{kg}{kg} \right)$$

- Entanpi của TNS sau QTS lý thuyết

$$I_{20} = C_{pk} \cdot t_2 + d_{20}(r + C_{ph} \cdot t_2) = 150,44 (kJ / kg)$$

- Entanpi của TNS sau QTS thực

$$I_2 = C_{pk} \cdot t_2 + d_2(r + C_{ph} \cdot t_2) = 143,71 (kJ / kg)$$

- Thông số TNS tại điểm hỗn hợp M_0

$$d_{M0} = \frac{d_0 + nd_{20}}{1+n} = 0,03373 \left(\frac{kg h}{kg k k k} \right)$$

$$l_H = l - l_0 = \left[\frac{1}{d_{20} - d_{M0}} \right] - \left[\frac{1}{d_{20} - d_0} \right] = 62,75 \left(\frac{kg k k}{kg h} \right)$$

$$I_{M0} = \frac{I_0 + nI_{20}}{1+n} = \frac{I_0 + nI_{10}}{1+n} = 122,81 \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

$$t_{M0} = \frac{(C_{pk} + d_0 C_{ph})t_0 + (C_{pk} + d_{20} C_{ph})t_2}{(1+n)(C_{pk} + d_{M0} C_{ph})} = 32,31(^{\circ}C)$$

- Thông số TNS tại điểm hỗn hợp M

$$d_M = \frac{d_0 + nd_2}{1+n} = 0,0323 \left(\frac{kg h}{kg k k k} \right)$$

$$l_H = l - l_0 = \left[\frac{1}{d_2 - d_M} \right] - \left[\frac{1}{d_2 - d_0} \right] = 72,67 \left(\frac{kg k k k}{kg h} \right)$$

$$I_M = \frac{I_0 + nI_2}{1+n} = 119,15 \left(\frac{kJ}{kg k k k} \right)$$

$$t_M = \frac{(C_{pk} + d_0 C_{ph})t_0 + (C_{pk} + d_2 C_{ph})t_2}{(1+n)(C_{pk} + d_M C_{ph})} = 32,3(^{\circ}C)$$

Lưu lượng TNS dịch chuyển trong TBS ở QTS lý thuyết

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{d_{20} - d_{M0}} = 115,05 \left(\frac{kgkk}{kgh} \right)$$

Lưu lượng TNS dịch chuyển trong TBS ở QTS thực

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{d_2 - d_M} = 133,23 \left(\frac{kgkk}{kgh} \right)$$

- Nhiệt lượng tiêu hao để bốc hơi 1 kg ẩm trong quá trình sấy lý thuyết q_o

$$q_o = l \cdot (I_{10} - I_{M0}) = \frac{I_{20} - I_{M0}}{d_{20} - d_{M0}} = 3177,7 \text{ (kJ/ kgh)}$$

- - Entanpi của TNS trước khi vào TBS trong QTS thực

$$I_1 = C_{pk} \cdot t_1 + d_M (r + C_{ph} \cdot t_1) = 146,71 \text{ (kJ / kgkk)}$$

- Nhiệt lượng tiêu hao để bốc hơi 1 kg ẩm trong quá trình sấy thực q

$$q = l \cdot (I_1 - I_M) = \frac{I_1 - I_M}{d_2 - d_M} = 3673 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kgh}} \right)$$

Độ ẩm tương đối của TNS trước khi vào buồng sấy:

$$P_{b1} = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_1} \right] = 0,21563 \text{ (bar)}$$

$$\varphi_1 = \frac{P \cdot d_1}{P_{b1} \cdot (0,621 + d_1)} \approx 16,44 \text{ (\%)}$$

Tra bảng phụ lục 5 với nhiệt độ $t_1 = 62^\circ\text{C}$ và độ ẩm $\varphi_1 = 16,44\%$

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

	$\varphi = 30 \%$	$\varphi = 10 \%$
t (oC)	v_o (m ³ /kg)	v_o (m ³ /kg)
60	1,02	0,982
62	A_1	B_1
70	1,09	1,02

$\varphi (\%)$	v_o (m ³ /kg)
30	1,034
16,44	1,0039
10	0,9896

$$\frac{62 - 60}{70 - 60} = \frac{A_1 - 1,02}{1,09 - 1,02}$$

$$\Rightarrow A_1 = 1,034$$

$$\frac{62 - 60}{70 - 60} = \frac{B_1 - 0,982}{1,02 - 0,982}$$

$$\Rightarrow B_1 = 0,9896$$

Nội suy ta có $v_o = 1,0039 \text{ m}^3/\text{kg}$

Lưu lượng thể tích KKA trong quá trình sấy lý thuyết:

$$V_o = l.v_o = 115,48 \left(\text{m}^3 / \text{kg} \right)$$

- Lưu lượng thể tích KKA trong quá trình sấy thực:

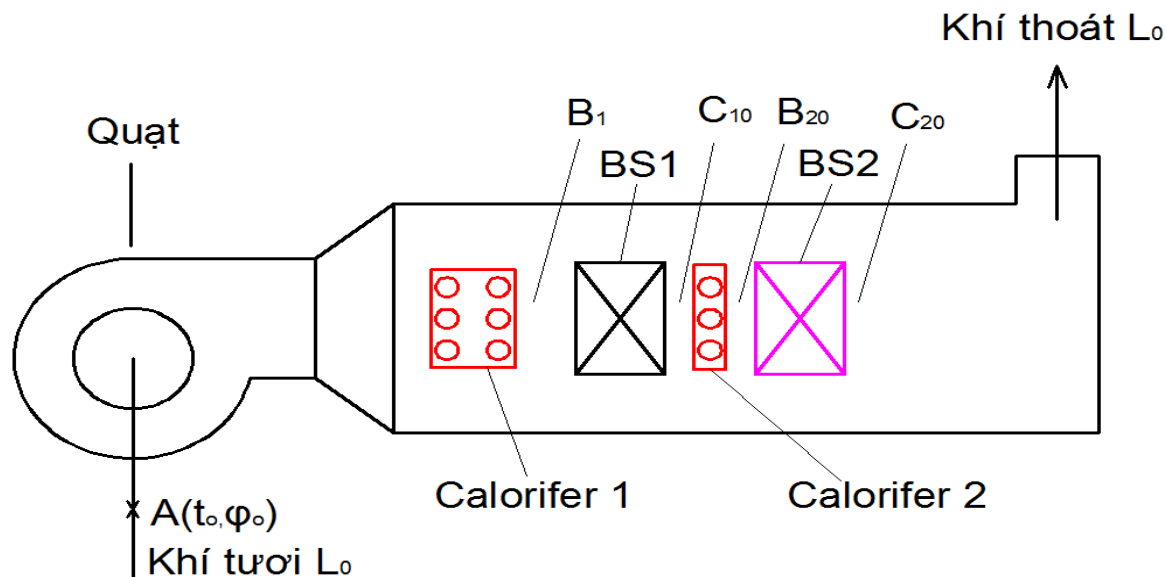
$$V = l.v_o = 113,75(m^3 / h)$$

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN NHIỆT THIẾT BỊ SẤY

3.3 TÍNH TOÁN NHIỆT THIẾT BỊ SẤY ĐỔI LƯU CÓ ĐỐT NÓNG TRUNG GIAN

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.1. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Sơ đồ nguyên lý TBS đối lưu có đốt nóng trung gian

Ưu điểm:

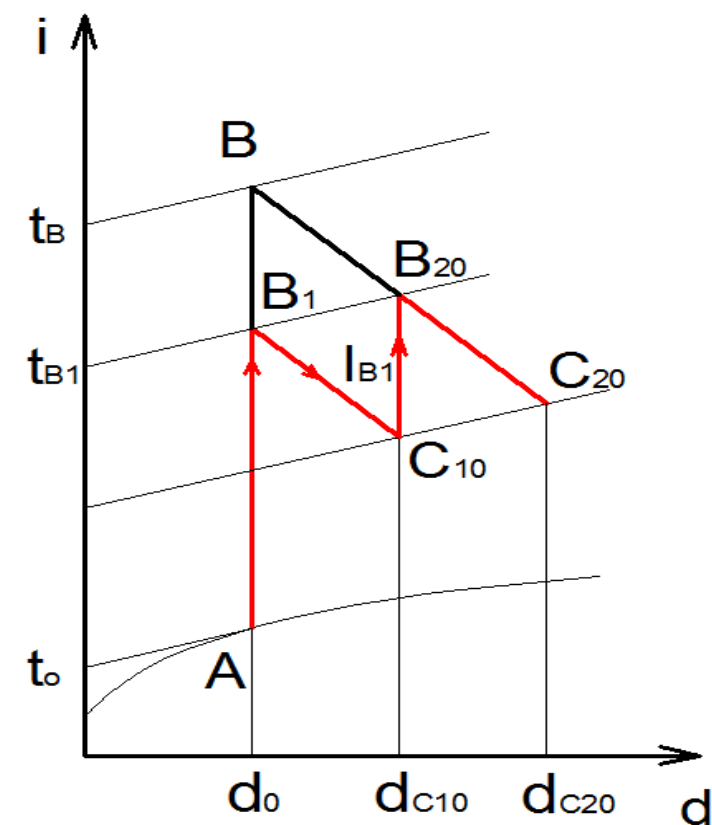
- Giảm nhiệt độ TNS -> quá trình bay hơi diễn ra từ từ hơn (chế độ sấy dịu hơn), tránh cho VLS ko bị nứt nẻ, cong vênh.
- Nhiệt lượng tiêu hao để bay hơi 1 kg ẩm bằng với chế độ sấy ko có đốt nóng trung gian (chế độ sấy không hồi lưu).

Nhược điểm:

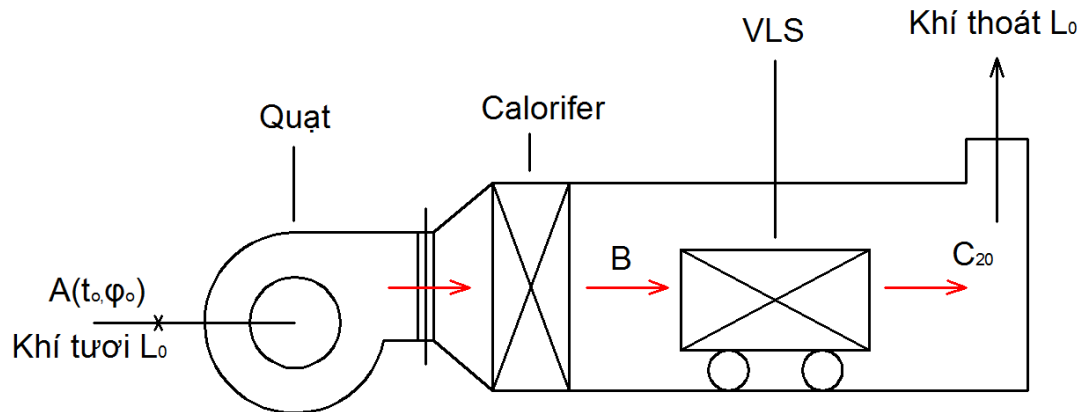
- Tăng chi phí vật tư, vận hành, bảo trì, sửa chữa do hệ thống phức tạp hơn.

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

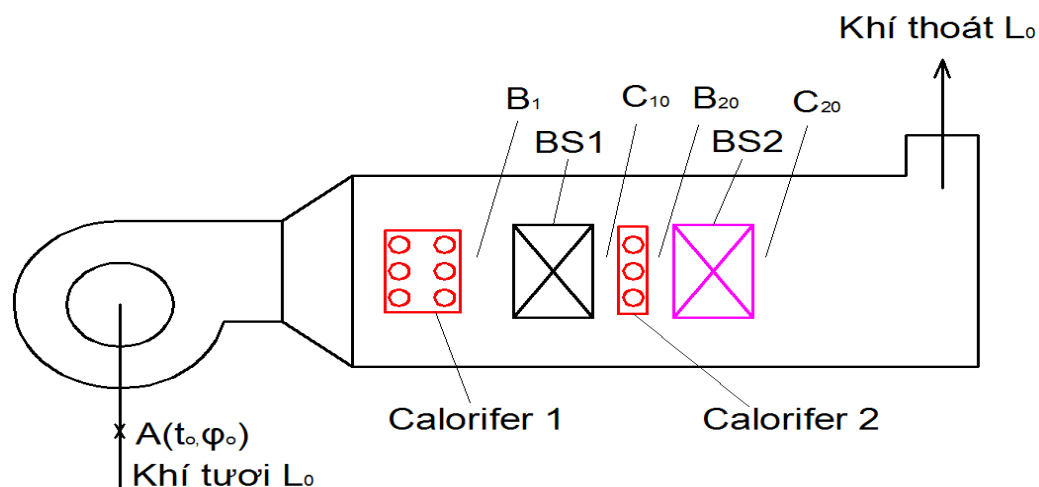
3.3.1. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động



Biểu đồ QTS lý thuyết của
TBS không hồi lưu TNS và
TBS có đốt nóng trung gian



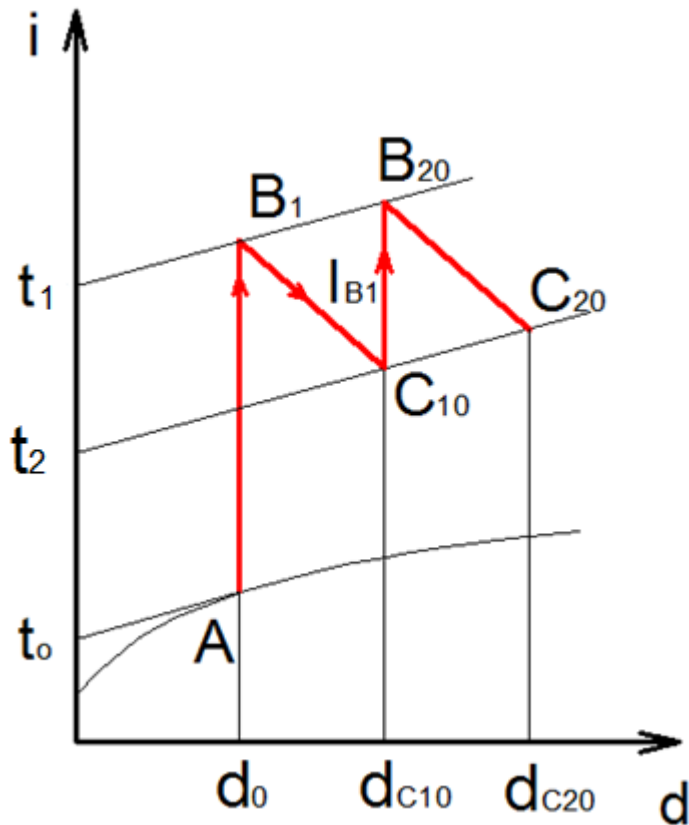
Sơ đồ nguyên lý TBS không hồi lưu TNS



Sơ đồ nguyên lý TBS có đốt nóng trung gian

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.2. Quá trình sấy lý thuyết



Câu hỏi: Những điểm nào trên biểu đồ có cùng giá trị độ chứa hơi, những điểm nào có cùng giá trị entanpi?

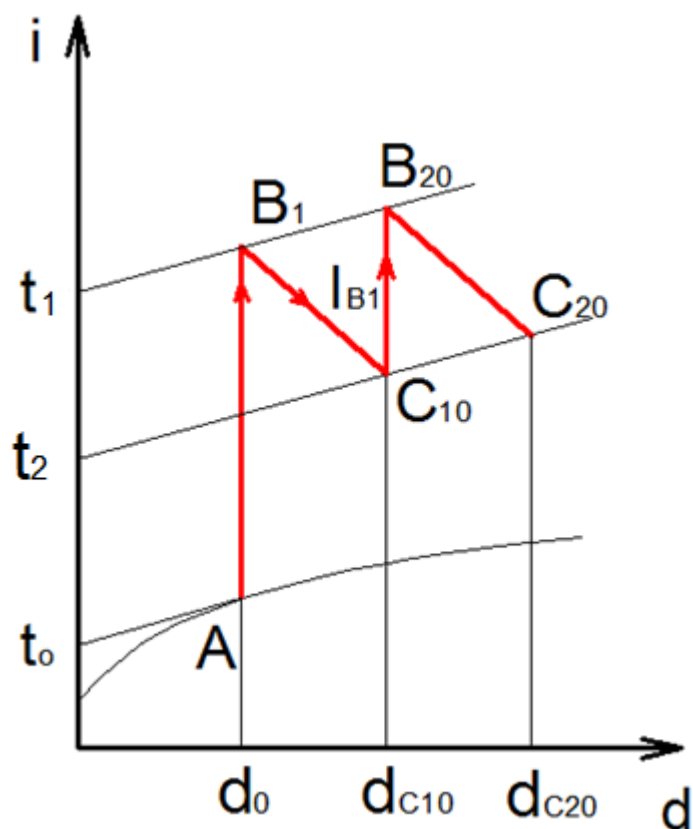
$$d_A = d_{B1}; d_{C10} = d_{B20}$$

$$I_{B1} = I_{C10}; I_{B20} = I_{C20}$$

Biểu đồ QTS lý thuyết của TBS đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.2. Quá trình sấy lý thuyết



*Biểu đồ QTS lý thuyết của
TBS đối lưu có đốt nóng
trung gian*

- Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 1 (điểm C_{10})

$$d_{C10} = d_o + \frac{(C_{pk} + d_o C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph} t_2} \left(\frac{kg h}{kg k k h} \right)$$

$$I_{C10} = C_{pk} t_2 + d_{C10} (r + C_{ph} t_2) \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

- Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 2 (điểm C_{20})

$$d_{C20} = d_{C10} + \frac{(C_{pk} + d_{C10} C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph} t_2} \left(\frac{kg h}{kg k k h} \right)$$

$$I_{C20} = C_{pk} t_2 + d_{C20} (r + C_{ph} t_2) \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.2. Quá trình sấy lý thuyết

- Lượng không khí khô lý thuyết cần thiết l_0

$$l_0 = \frac{1}{d_{C20} - d_0} \left(\frac{kgkk}{kgh} \right)$$

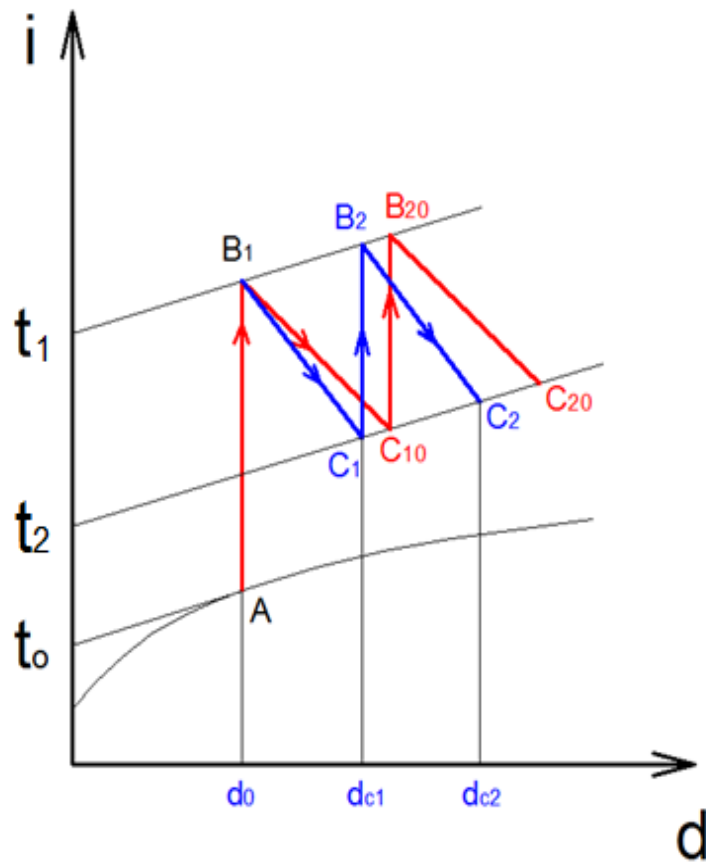
- Nhiệt lượng tiêu hao riêng để bốc hơi 1 kg ẩm q_0

$$q_0 = l_o(I_{B10} - I_o) + l_o(I_{B20} - I_{C10}) = l_o(I_{B20} - I_o)$$

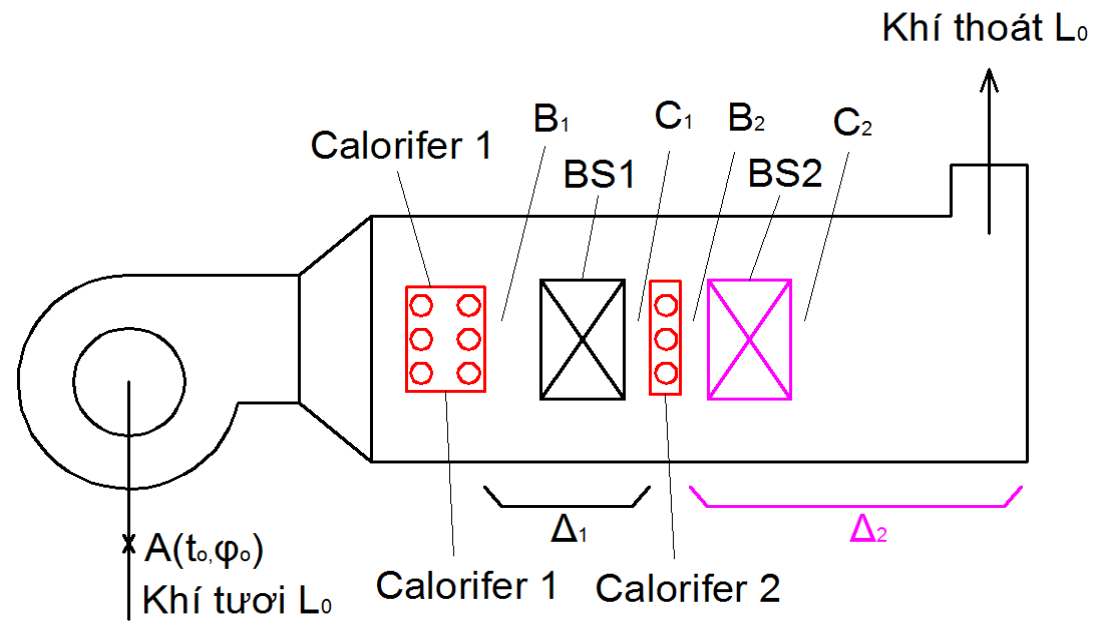
Trong đó: $I_{B20} = 1,004.t_1 + d_{C10}(r + 1,842.t_1)$ (kJ/kg ẩm)

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.3. Quá trình sấy thực



Biểu đồ QTS thực của TBS có đốt nóng trung gian



Sơ đồ nguyên lý TBS có đốt nóng trung gian

$$d_A = d_{B1}; d_{C1} = d_{B2}$$

$$I_{B1} > I_{C1}; I_{B2} > I_{C2}$$

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.3. Quá trình sấy thực

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 1 (điểm C_1)

$$d_{C1} = d_o + \frac{(C_{pk} + d_o C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph}t_2 - \Delta_1} \left(\frac{kg}{kg} \right)$$

$$I_{C1} = C_{pk}t_2 + d_{C1}(r + C_{ph}t_2) \left(\frac{kJ}{kg} \right)$$

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 2 (điểm C_2)

$$d_{C2} = d_{C1} + \frac{(C_{pk} + d_{C1} C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph}t_2 - \Delta_2} \left(\frac{kg}{kg} \right)$$

$$I_{C2} = C_{pk}t_2 + d_{C2}(r + C_{ph}t_2) \left(\frac{kJ}{kg} \right)$$

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.3. Quá trình sấy thực

- Lượng không khí khô thực tế cần thiết l

$$l = \frac{1}{d_{C2} - d_0} \left(\frac{kgkk}{kgh} \right)$$

- Nhiệt lượng tiêu hao riêng để bốc hơi 1 kg ẩm q

$$q = l(I_{B1} - I_o) + l(I_{B2} - I_{C1})$$

Trong đó: $I_{B1} = I_1$ và $I_{B2} = 1,004.t_1 + d_{C1}(r + 1,842.t_1)$ (kJ/kg ẩm)

3.3. Tính toán nhiệt thiết bị sấy đối lưu có đốt nóng trung gian

3.3.4. Bài tập áp dụng

Cho một hệ thống sấy (HTS) dùng không khí nóng làm tác nhân sấy (TNS) Biết:

HTS thực hiện chế độ sấy có đốt nóng trung gian

Thông số không khí ngoài trời (p ; t_0 ; φ_0) = (1 at; 30°C; 84%)

Nhiệt độ của TNS trước và sau thiết bị sấy (TBS) là $t_1 = 60^\circ\text{C}$, $t_2 = 40^\circ\text{C}$

Tổn thất nhiệt $\Delta_1 = -400 \text{ kJ/kg ẩm}$, $\Delta_2 = -350 \text{ kJ/kg ẩm}$

Anh (chị) hãy:

- Xác định thông số trạng thái của TNS ở QTS lý thuyết d_{C10} , I_{C10} , d_{C20} , I_{C20} và ở QTS thực d_{C1} , I_{C1} , d_{C2} , I_{C2}
- Xác định lượng không khí khô lý thuyết I_0 và thực tế cần thiết I
- Xác định nhiệt lượng tiêu hao riêng lý thuyết q_0 và thực tế q

Hướng dẫn giải

Từ (p ; t_0 ; φ_0) $\Rightarrow p_{b0}$, d_0 , $I_0 \Rightarrow d_{C10}$, $I_{C10} \Rightarrow d_{C2}$, $I_{C20} \Rightarrow I_0$, q_0

Có d_0 , Δ_1 , $\Delta_2 \Rightarrow d_{C1}$, $I_{C1} \Rightarrow d_{C2}$, $I_{C2} \Rightarrow I$, q

Độ chứa hơi của không khí ngoài trời:

$$P_{b0} = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_0} \right] = \exp \left[12 - \frac{4026,42}{235,5 + 30} \right] = 0,0422 \text{ (bar)}$$

$$d_0 = 0,621 \frac{\varphi_0 \cdot P_{b0}}{P - \varphi_0 \cdot P_{b0}} = 0,621 \frac{0,84 \cdot 0,0422}{0,981 - 0,84 \cdot 0,0422} = 0,0233 \text{ (kgh/ kgkkk)}$$

Entanpi của không khí ngoài trời:

$$I_0 = C_{pk} \cdot t_0 + d_0 (r + C_{ph} \cdot t_0) = 89,67 \text{ (kJ / kgkk)}$$

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 1 trong QTS lý thuyết:

$$d_{C10} = d_o + \frac{(C_{pk} + d_o C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph} t_2} = 0,03144 \left(\frac{\text{kgh}}{\text{kgkhh}} \right)$$

$$I_{C10} = C_{pk} t_2 + d_{C10} (r + C_{ph} t_2) = 121,07 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kgkk}} \right)$$

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 2 trong QTS lý thuyết:

$$d_{C20} = d_{C10} + \frac{(C_{pk} + d_{C10}C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph}t_2} = 0,03969 \left(\frac{kg h}{kg k k h} \right)$$

$$I_{C20} = C_{pk}t_2 + d_{C20}(r + C_{ph}t_2) = 142,31 \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

Lượng KKK lý thuyết cần thiết trong QTS lý thuyết:

$$l_0 = \frac{1}{d_{C20} - d_0} = 61,02 \left(\frac{kg k k}{kg h} \right)$$

Entanpi của TNS trước khi vào buồng sấy 2 trong QTS lý thuyết:

$$I_{B20} = C_{pk}.t_1 + d_{C10}(r + C_{ph}.t_1) = 142,31(kJ / kg k k)$$

Nhiệt lượng tiêu hao để bốc hơi 1 kg ẩm trong QTS lý thuyết:

$$q_o = l_o(I_{B20} - I_o) = 3212,53(kJ / kg h)$$

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 1 trong QTS thực:

$$d_{C1} = d_o + \frac{(C_{pk} + d_o C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph}t_2 - \Delta_1} = 0,03034 \left(\frac{kg h}{kg k k k} \right)$$

$$I_{C1} = C_{pk}t_2 + d_{C1}(r + C_{ph}t_2) = 118,257 \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

Thông số TNS sau khi ra khỏi buồng sấy 2 trong QTS thực:

$$d_{C2} = d_{C1} + \frac{(C_{pk} + d_{C1} C_{ph})(t_1 - t_2)}{r + C_{ph}t_2 - \Delta_2} = 0,0376 \left(\frac{kg h}{kg k k k} \right)$$

$$I_{C2} = C_{pk}t_2 + d_{C2}(r + C_{ph}t_2) = 136,92 \left(\frac{kJ}{kg k k} \right)$$

Lượng KKK lý thuyết cần thiết trong QTS thực:

$$l = \frac{1}{d_{C2} - d_0} = 69,97 \left(\frac{kgkk}{kgh} \right)$$

Entanpi TNS trước khi vào buồng sấy 1 trong QTS thực:

$$I_{B1} = C_{pk} \cdot t_1 + d_0 (r + C_{ph} \cdot t_1) = 121,07 (kJ / kgkk)$$

Entanpi của TNS trước khi vào buồng sấy 2 trong QTS thực:

$$I_{B2} = C_{pk} \cdot t_1 + d_{C1} (r + C_{ph} \cdot t_1) = 139,45 (kJ / kgkk)$$

Nhiệt lượng tiêu hao để bốc hơi 1 kg ẩm trong QTS thực:

$$q = l(I_{B1} - I_o) + l(I_{B2} - I_{C1}) = 3680,85 (kJ / kgh)$$

Bài tập về nhà:

Cho một hệ thống sấy (HTS) dùng không khí nóng làm tác nhân sấy (TNS) Biết:

HTS thực hiện chế độ sấy có đốt nóng trung gian

Thông số không khí ngoài trời (p ; t_0 ; φ_0) = (1 at; 27°C; 84%)

Nhiệt độ của TNS trước và sau thiết bị sấy (TBS) là $t_1 = 61^\circ\text{C}$, $t_2 = 38^\circ\text{C}$

Tổn thất nhiệt $\Delta_1 = -500 \text{ kJ/kg ẩm}$, $\Delta_2 = -300 \text{ kJ/kg ẩm}$

Anh (chị) hãy:

- Xác định thông số trạng thái của TNS ở QTS lý thuyết d_{C10} , I_{C10} , d_{C20} , I_{C20} và ở QTS thực d_{C1} , I_{C1} , d_{C2} , I_{C2}
- Xác định lượng không khí khô lý thuyết I_0 và thực tế cần thiết I
- Xác định nhiệt lượng tiêu hao riêng lý thuyết q_0 và thực tế q

Yêu cầu đọc trước:

Thời gian sấy trong tài liệu [1] và [2]