

CHƯƠNG V : THÀNH LẬP VÀ TÍNH TOÁN CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

5.1 CÁC CƠ SỞ THÀNH LẬP SƠ ĐỒ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

- **Mục đích thành lập sơ đồ điều hoà không khí**

Thành lập sơ đồ điều hoà không khí là xác định các quá trình thay đổi trạng thái của không khí trên đồ thị I-d nhằm mục đích xác định các khâu cân xử lý và năng suất của nó để đạt được trạng thái không khí cần thiết trước khi cho thổi vào phòng.

- **Các cơ sở để thành lập sơ đồ điều hoà không khí**

Các sơ đồ điều hoà không khí được thành lập trên các cơ sở sau đây:

a) Điều kiện khí hậu địa phương nơi lắp đặt công trình, để chọn thông số tính toán ngoài trời: t_N và φ_N .

b) Yêu cầu về tiện nghi hoặc công nghệ sản xuất, để chọn thông số tính toán bên trong công trình: t_T và φ_T .

c) Kết quả tính cân bằng nhiệt, cân bằng ẩm và chất độc hại của công trình, tức phải biết trước Q_T , W_T và G_T cho mỗi khu vực thuộc công trình, điều đó đồng nghĩa với việc đã xác định được trước hệ số tia của quá trình thay đổi trạng thái của không khí sau khi thổi vào phòng

$$\varepsilon_T = \frac{Q_T}{W_T}.$$

d) Điều kiện về vệ sinh và an toàn cho sức khoẻ của con người:

1. Điều kiện về nhiệt độ không khí thổi vào phòng

Nhiệt độ không khí trước khi thổi vào phòng không được quá thấp so với nhiệt độ trong phòng nhằm tránh gây cảm lạnh cho người sử dụng, cụ thể như sau:

$$t_V \geq t_T - a \quad (5-1)$$

- Đối với hệ thống điều hoà không khí thổi từ dưới lên (miệng thổi đặt trong vùng làm việc) thì: $a = 7^\circ\text{C}$

- Đối với hệ thống điều hoà không khí thổi từ trên xuống, tức là không khí ra khỏi miệng thổi phải đi qua không gian đệm trước khi đi vào vùng làm việc: $a = 10^\circ\text{C}$

Nếu điều kiện vệ sinh không thỏa mãn thì phải tiến hành sấy nóng không khí đến nhiệt độ $t_V = t_T - a$ thỏa mãn điều kiện vệ sinh rồi cho thổi vào phòng.

2. Điều kiện về cung cấp gió tươi

Lượng khí tươi cung cấp phải đầy đủ cho người trong phòng :

$$G_N = n.m_k = n.\rho_k.V_k, \text{ kg/s} \quad (5-2)$$

trong đó:

n - Số người trong phòng, người;

m_k - Khối lượng gió tươi cần thiết cung cấp cho 01 người trong một đơn vị thời gian, kg/s.người;

V_k - Lượng không khí tươi cần cung cấp cho một người trong một đơn vị thời gian, tra theo bảng 2-8, $\text{m}^3/\text{s.người}$;

ρ - Khối lượng riêng của không khí, $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

Tuy nhiên lưu lượng gió bổ sung không được nhỏ hơn 10% tổng lượng gió cung cấp cho phòng G (kg/s).

5.2 TÍNH TOÁN CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ THEO ĐỒ THỊ I-d

5.2.1 Phương trình tính năng suất gió

Từ các phương trình cân bằng nhiệt, ẩm và chất độc hại ta xác định được phương trình xác định năng suất gió.

- Năng suất gió để thải nhiệt:

$$G_q = \frac{Q_T}{I_T - I_V}, \text{ kg/s} \quad (5-3)$$

- Năng suất gió để thải ẩm:

$$G_w = \frac{W_T}{d_T - d_V}, \text{ kg/s} \quad (5-4)$$

- Năng suất gió để thải chất độc hại:

$$G_z = \frac{M_d}{z_T - z_V} \approx \frac{M_d}{z_T}, \text{ kg/s} \quad (5-5)$$

Trong các công thức trên T là trạng thái không khí trong phòng, V là trạng thái không khí trước khi thổi vào phòng.

Khi thiết kế hệ thống điều hoà thường phải đảm bảo 2 thông số nhiệt và ẩm không đổi theo yêu cầu, tức là phải thỏa mãn đồng thời 2 phương trình cân bằng nhiệt và ẩm. Hay nói cách khác ta có:

$$G_Q = G_W$$

$$\frac{Q_T}{I_T - I_V} = \frac{W_T}{d_T - d_V}, \quad (5-6)$$

Suy ra:

$$\frac{Q_T}{W_T} = \frac{I_T - I_V}{d_T - d_V} = \frac{\Delta I}{\Delta d} = \varepsilon_{VT} = \varepsilon_T \quad (5-7)$$

Đại lượng ε_T gọi là hệ số góc tia của quá trình tự thay đổi trạng thái của không khí trong phòng VT khi nhận nhiệt thừa Q_T và ẩm thừa W_T .

Như vậy để trạng thái của không khí trong phòng không đổi thì trạng thái không khí thổi vào phòng $V(t_V, \varphi_V)$ phải luôn luôn nằm trên đường $\varepsilon_T = \frac{Q_T}{W_T}$ đi qua điểm $T(t_T, \varphi_T)$.

5.2.2 Các sơ đồ điều hoà không khí mùa Hè

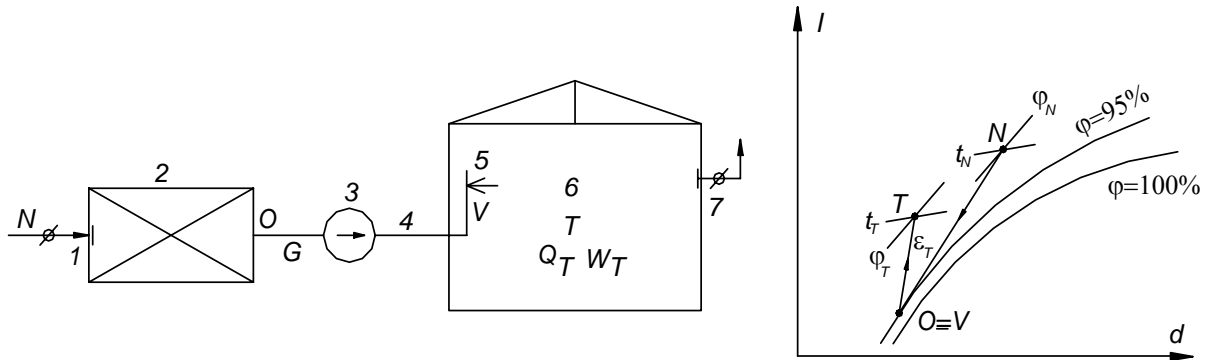
5.2.2.1. Sơ đồ thẳng

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

Sơ đồ thẳng là sơ đồ không có tái tuần hoàn không khí từ gian điều hoà về thiết bị xử lý không khí. Trong sơ đồ này toàn bộ không khí đưa vào thiết bị xử lý không khí là không khí bên ngoài trời tức là khí tươi. Trên hình 5.1 là sơ đồ nguyên lý và quá trình xử lý nhiệt ẩm không khí của sơ đồ này trên đồ thị I-d.

Không khí bên ngoài trời có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 được đưa vào buồng xử lý nhiệt ẩm 2, tại đây không khí được xử lý theo chương trình định sẵn đến một trạng thái O nhất định nào đó và được quạt 3 vận chuyển theo đường ống gió 4 vào phòng 6 qua các miệng thổi 5. Không khí tại miệng thổi 5 có trạng thái V sau khi vào

phòng nhận nhiệt thừa Q_T và ẩm thừa W_T và tự thay đổi đến trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$ theo tia quá trình $\varepsilon_T = Q_T/W_T$. Sau đó không khí được thải ra bên ngoài qua các cửa thải 7.



Hình 5.1. Sơ đồ nguyên lý và biểu diễn sự thay đổi trạng thái không khí trên đồ thị I-d

Sơ đồ thẳng được sử dụng trong các trường hợp sau:

- Khi kênh gió hồi quá lớn việc thực hiện hồi gió quá tốn kém hoặc không thực hiện được do không gian không cho phép.
- Khi trong phòng phát sinh ra nhiều chất độc hại, việc hồi gió không có lợi.

2. Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

Các điểm nút là các điểm đặc biệt sau mỗi quá trình xử lý, bao gồm trạng thái không khí tính toán bên ngoài trời N, trạng thái tính toán bên trong phòng, trạng thái hoà trộn C (nếu có) trạng thái sau xử lý nhiệt ẩm O, trạng thái trước khi thổi vào phòng V.

Mùa hè nước ta nhiệt độ và độ ẩm bên ngoài phòng thường cao hơn nhiệt độ và độ ẩm trong phòng, vì thế điểm N thường nằm bên trên phải của điểm T.

Để có thể xác định các điểm nút ta hãy tiến hành phân tích đặc điểm của các quá trình.

- Quá trình NO là quá trình xử lý không khí diễn ra ở thiết bị xử lý không khí. Trạng thái O cuối quá trình xử lý không khí có độ ẩm $\varphi_o = 90 \div 95\%$.

- Quá trình OV là quá trình không khí nhận nhiệt khi dẫn qua hệ thống đường ống. Vì đường ống dẫn gió rất kín nên không có trao đổi ẩm với môi trường, mà chỉ có nhận nhiệt, đó là quá trình gia nhiệt đẳng dung ẩm. Vì tất cả các đường ống dẫn không khí lạnh đều bọc cách nhiệt nên tổn thất này không đáng kể, thực tế có thể coi $V \equiv O$.

- Quá trình VT là quá trình không khí tự thay đổi trạng thái khi nhận nhiệt thừa và ẩm thừa nên có hệ số góc tia $\varepsilon_{VT} = \varepsilon_T = Q_T/W_T$

Từ phân tích trên ta có thể xác định các điểm nút như sau:

- Xác định các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ theo các thông số tính toán ban đầu.
- Qua điểm T kẻ đường $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$ cắt đường $\varphi_o = 0,95$ tại $O \equiv V$
- Nối NO ta có quá trình xử lý không khí

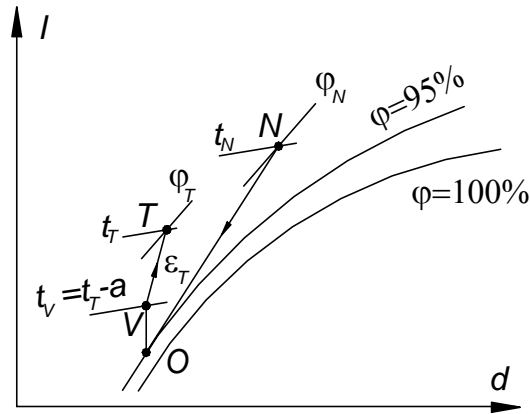
Cần lưu ý trạng thái thổi vào $V \equiv O$ phải đảm bảo điều kiện vệ sinh là nhiệt độ không được quá thấp so với nhiệt độ trong phòng để tránh gây cảm lạnh cho người sử dụng, tức:

$$t_V \geq t_T - a$$

Nếu không thỏa mãn điều kiện vệ sinh, thì phải tiến hành gia nhiệt không khí từ trạng thái O lên trạng thái V nhờ bộ sấy không khí cấp II cho tới khi thỏa mãn điều kiện vệ sinh, rồi mới thổi vào phòng, tức là $t_V = t_T - a$ (hình 5.2).

Trong trường hợp này các điểm O và V xác định lại như sau:

- Điểm V là giao của đường $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua điểm T và đường $t = t_T - a$.
- Điểm O là giao của đường thẳng đứng (đẳng dung ẩm) qua điểm V và đường $\varphi_o = 0,95$.



Hình 5.2. Sơ đồ thẳng khi nhiệt độ t_v thấp

3. Các thiết bị chính cần có của sơ đồ thẳng

Để thực hiện được sơ đồ thẳng mùa hè hệ thống cần có các thiết bị chính sau: Thiết bị xử lý không khí, quạt cấp gió, bộ sấy cấp II, hệ thống kênh cấp gió, miệng cấp gió.

4. Xác định năng suất các thiết bị

- Năng suất gió thổi vào phòng:

$$G = \frac{Q_T}{I_T - I_V} = \frac{W_T}{d_T - d_V}, \text{ kg/s} \quad (5-8)$$

- Năng suất lạnh của thiết bị xử lý:

$$Q_o = G.(I_N - I_o) = Q_T \cdot \frac{I_N - I_o}{I_T - I_V}, \text{ kW} \quad (5-9)$$

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

$$W_o = G.(d_N - d_o) = W_T \cdot \frac{d_N - d_o}{d_T - d_V}, \text{ kg/s} \quad (5-10)$$

- Công suất nhiệt của thiết bị sấy cấp II (nếu có):

$$Q_{sII} = G.(I_V - I_o) = Q_T \cdot \frac{I_V - I_o}{I_T - I_V}, \text{ kW} \quad (5-11)$$

5. Ưu nhược điểm của sơ đồ thẳng

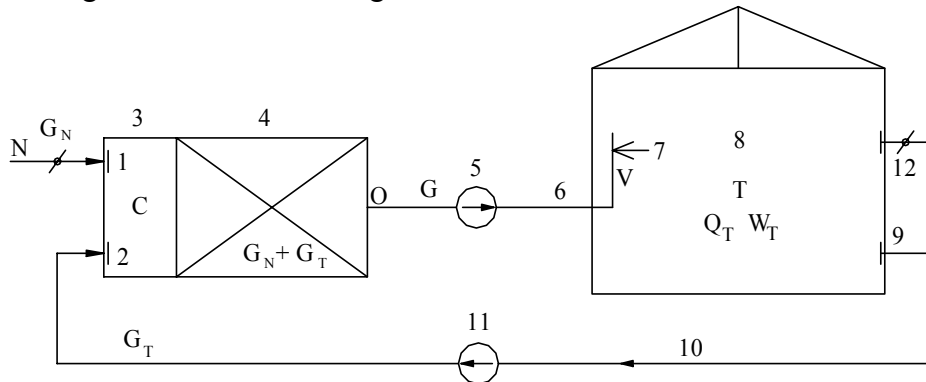
- Sơ đồ thẳng có ưu điểm là đơn giản, gọn nhẹ dễ lắp đặt;
- Không tận dụng lạnh (hay nhiệt) của không khí thải nên hiệu quả kinh tế thấp;
- Sơ đồ thường được sử dụng trong các hệ thống nơi có phát sinh các chất độc việc tuần hoàn gió không có lợi hoặc đường ống quá xa, cồng kềnh không kinh tế hoặc không thể thực hiện được.

5.2.2.2. Sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp

Để tận dụng nhiệt của không khí thải người ta sử dụng sơ đồ tuần hoàn 1 cấp. Đó là sơ đồ có tuần hoàn gió từ gian máy điều hoà trở lại thiết bị xử lý nhiệt ẩm. Trên hình 5.3 là sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà không khí có tuần hoàn gió 1 cấp.

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tác làm việc

Trên hình 5.3 trình bày sơ đồ nguyên lý của hệ thống điều hoà không khí tuần hoàn gió 1 cấp. Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau: Không khí bên ngoài trời có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ với lưu lượng G_N qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1, được đưa vào buồng hòa trộn 3 để hòa trộn với không khí hồi có trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$ với lưu lượng G_T từ miệng hồi gió 2. Hỗn hợp hòa trộn có trạng thái C sẽ được đưa đến thiết bị xử lý nhiệt ẩm 4, tại đây nó được xử lý theo một chương trình định sẵn đến trạng thái O và được quạt 5 vận chuyển theo kênh gió 6 vào phòng 8. Không khí sau khi ra khỏi miệng thổi 7 có trạng thái V vào phòng nhận nhiệt thừa Q_T và ẩm thừa W_T và tự thay đổi trạng thái từ V đến T (t_T, φ_T). Sau đó một phần không khí được thải ra ngoài qua cửa thải gió 12 và một phần lớn được quạt hồi gió 11 hút về qua các miệng hút 9 theo kênh hồi gió 10.



Hình 5.3. Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp

2. Xác định các điểm nút trên I-d

Tương tự sơ đồ thẳng ta có thể nhận thấy đặc điểm của các điểm nút và các quá trình như sau:

- Trạng thái C là trạng thái hoà trộn của dòng không khí tươi có lưu lượng G_N và trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ với dòng không khí tái tuần hoàn với lưu lượng G_T và trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$

- Quá trình VT là quá trình không khí tự thay đổi trạng thái khi nhận nhiệt thừa và ẩm thừa nên có hệ số góc tia $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$. Điểm $O \equiv V$ có $\varphi_o \approx 0,95$.

Từ phân tích trên, có thể xác định các điểm nút của sơ đồ tuần hoàn 1 cấp như sau:

- Xác định các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ theo các thông số tính toán ban đầu.

- Điểm C nằm trên đoạn NT và vị trí được xác định theo tỉ lệ hòa trộn, cụ thể:

$$\frac{TC}{CN} = \frac{G_N}{G_T} = \frac{G_N}{G - G_N} \quad (5-12)$$

trong đó:

G_N - Lưu lượng gió tươi cần cung cấp được xác định theo điều kiện vệ sinh, kg/s.;

G - Lưu lượng gió tổng tuần hoàn qua thiết bị xử lý không khí được xác định theo công thức (5-13), kg/s.

- Điểm $V \equiv O$ là giao nhau của đường $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua điểm T với đường $\varphi_o = 0,95$. Nối CO ta có quá trình xử lý không khí.

- Công suất lạnh của thiết bị xử lý không khí:

$$Q_o = G.(I_c - I_o) = Q_T \cdot \frac{I_c - I_o}{I_T - I_v}, k \quad (5-16)$$

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

$$W_o = G.(d_c - d_o) = W_T \cdot \frac{d_c - d_o}{d_T - d_v}, Kg/s \quad (5-17)$$

- Công suất nhiệt của thiết bị sấy cấp II (nếu có)

$$Q_{sII} = G.(I_v - I_o) = Q_T \cdot \frac{I_v - I_o}{I_T - I_v}, kW \quad (5-18)$$

5. Ưu nhược, điểm của sơ đồ

Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp có các ưu và nhược điểm như sau:

- Do có tận dụng nhiệt của không khí tái tuần hoàn nên năng suất lạnh và năng suất làm khô giảm so với sơ đồ thẳng, cụ thể:

$$\Delta Q_o = Q_T \cdot \frac{I_N - I_c}{I_T - I_v} \text{ (kW)} \quad \text{và} \quad \Delta W_o = W_T \cdot \frac{d_N - d_c}{d_T - d_v} \text{ (kg/s);}$$

- Sơ đồ có hệ thống tái tuần hoàn không khí nên chi phí đầu tư tăng, bao gồm quạt tuần hoàn gió, kênh hồi gió và các miệng hút;

- Hệ thống vẫn cần phải trang bị thiết bị sấy cấp II để sấy nóng không khí khi trạng thái không khí thổi vào phòng không thỏa mãn điều kiện vệ sinh.

5.2.2.3. Sơ đồ tuần hoàn không khí hai cấp

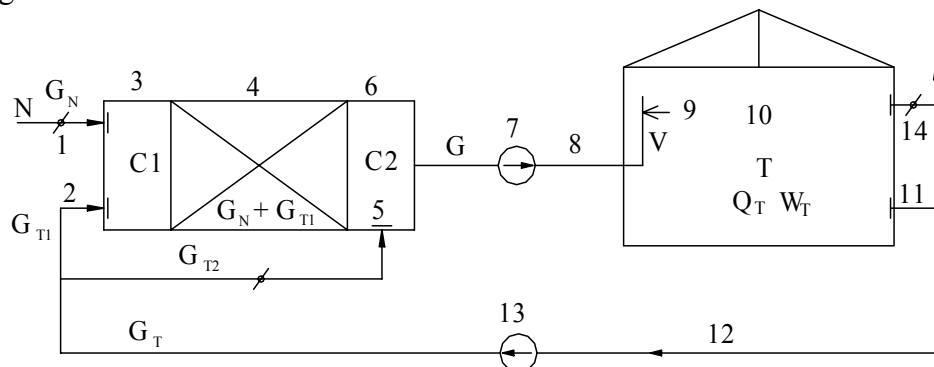
Để khắc phục nhược điểm của sơ đồ tuần hoàn 1 cấp do phải có thiết bị sấy cấp II để đề phòng khi trạng thái V không thỏa mãn điều kiện vệ sinh cần sấy nóng không khí, người ta sử dụng sơ đồ 2 cấp có thể điều chỉnh nhiệt độ không khí thổi vào phòng mà không cần có thiết bị sấy cấp II.

Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có 2 dạng: Sơ đồ có điều chỉnh nhiệt độ thổi vào và sơ đồ điều chỉnh độ ẩm.

a. Sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ thổi vào

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

Trên hình 5.6 là sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà không khí 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ thổi vào. Trong sơ đồ này để nâng nhiệt độ t_v người ta tiến hành hoà trộn không khí sau bộ xử lý với không khí tái tuần hoàn.



Hình 5.6. Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ

Không khí bên ngoài trời với lưu lượng G_N và trạng thái $N(t_N, \phi_N)$ được lấy qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 vào buồng hoà trộn 3 hòa trộn với không khí hồi có lưu lượng G_{T1} và trạng thái $T(t_T, \phi_T)$ để đạt một trạng thái C_1 nào đó. Hỗn hợp hòa trộn C_1 sẽ được đưa đến thiết bị xử lý nhiệt ẩm 4 và được xử lý đến trạng thái O. Sau đó đến buồng hoà trộn 6 để hòa trộn

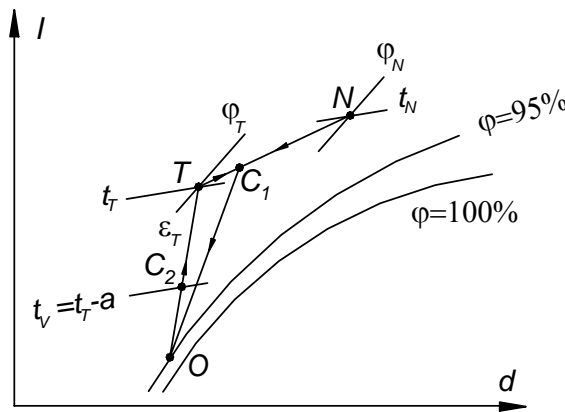
với không khí hồi có lưu lượng G_{T2} và trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$ để đạt trạng thái C_2 và được quạt 7 vận chuyển theo đường ống gió 8 vào phòng 10. Không khí sau khi ra khỏi miệng thổi 9 có trạng thái C_2 vào phòng nhận nhiệt thừa Q_T và ẩm thừa W_T và tự thay đổi trạng thái đến $T(t_T, \varphi_T)$. Cuối cùng một phần không khí được thải ra ngoài qua cửa thải 14, phần lớn còn lại được hồi về thiết bị xử lý không khí để tiếp tục xử lý.

2. Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

- Các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ được xác theo các thông số tính toán ban đầu;
- Điểm hòa trộn C_2 : Mục đích của việc hoà trộn là nhằm đảm bảo nhiệt độ không khí khi thổi vào phòng thoả mãn yêu cầu vệ sinh. Hay $t_{C2} = t_T - a$. Như vậy điểm C_2 là giao điểm của đường $\varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua T với $t_{C2} = t_T - a$;
- Điểm O nằm trên đường $\varphi_0 = 0,95$ và đường kéo dài TC_2 ;
- Điểm C_1 được xác định theo tỉ số hòa trộn: $G_N/G_{T1} = TC_1/C_1N$.

3. Các thiết bị chính của hệ thống

Để thực hiện sơ đồ điều hòa không khí tuần hoàn hai cấp hệ thống phải có các thiết bị chính sau đây: Quạt cấp gió, quạt hồi gió, thiết bị xử lý không khí, hệ thống kênh cấp gió, kênh hồi gió và các miệng thổi, miệng hút.



Hình 5.7. Biểu diễn sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ trên I-d

4. Xác định năng suất các thiết bị

- Lưu lượng gió tổng cấp vào phòng:

$$G = \frac{Q_T}{I_T - I_V} = \frac{W_T}{d_T - d_V}, \text{ kg/s} \quad (5-19)$$

- Lượng không khí bổ sung G_N được xác định căn cứ vào số lượng người và lượng gió tươi cần cung cấp cho một người trong một đơn vị thời gian:

$$G_N = n \cdot \rho_k \cdot V_k, \text{ kg/s} \quad (5-20)$$

- Lưu lượng gió G_{T2} xác định theo phương pháp hình học dựa vào quá trình hòa trộn ở thiết bị hòa trộn 6:

$$\frac{G_N + G_{T1}}{G_{T2}} = \frac{G - G_{T2}}{G_{T2}} = \frac{TC_2}{C_2O} \quad (5-21)$$

Các điểm T, C₂, O đã được xác định và G đã xác định theo công thức (5-19) nên có thể tính được G_{T2}

$$G_{T2} = G \cdot \frac{C_2O}{TO}, \text{ kg/s} \quad (5-22)$$

- Lưu lượng gió G_{T1}

$$G_{T1} = G - G_N - G_{T2}, \text{ kg/s} \quad (5-23)$$

- Năng suất lạnh của thiết bị xử lý:

$$Q_0 = (G - G_{T2}) \cdot (I_{C1} - I_O), \text{ kW} \quad (5-24)$$

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

$$W = (G - G_{T2}) \cdot (d_{C1} - d_0), \text{ kg/s} \quad (5-25)$$

5. Ưu nhược điểm của sơ đồ

Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ thổi vào có ưu điểm:

- Nhiệt độ thổi vào phòng có thể dễ dàng điều chỉnh được nhờ điều chỉnh lượng gió trích G_{T2} nhằm nâng nhiệt độ thổi vào phòng thoả mãn điều kiện vệ sinh. Do đó sơ đồ 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ không cần trang bị thiết bị sấy cấp II;

- Năng suất lạnh và năng suất làm khô yêu cầu của thiết bị xử lý giảm:

- Công suất lạnh giảm $\Delta Q_0 = G_{T2} \cdot (I_{C1} - I_0)$, kW;
- Lưu lượng gió giảm $\Delta W_0 = G_{T2} \cdot (d_{C1} - d_0)$, kg/s;

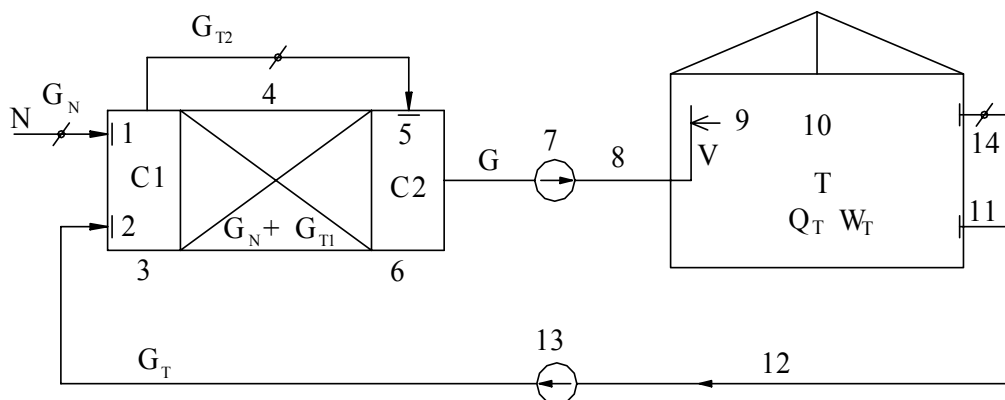
Như vậy ta không cần phải đầu tư hệ thống xử lý không khí quá lớn, cồng kềnh.

- Phải có thêm buồng hòa trộn thứ 2 và hệ thống trích gió đến buồng hòa trộn này nên chi phí đầu tư và vận hành tăng.

b. Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

Trên hình 5.8 là sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm.

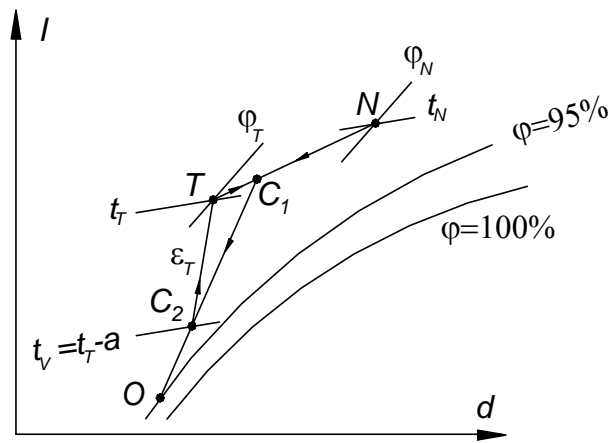


Hình 5.8. Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm

Không khí bên ngoài trời có lưu lượng G_N và trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ được lấy qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1, vào buồng 3 hòa trộn với không khí hồi có lưu lượng G_T và trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$ để đạt một trạng thái C_1 nào đó. Hỗn hợp hòa trộn C_1 được chia làm 2 dòng, một dòng có lưu lượng $(G_N + G_{T1})$ được đưa đến thiết bị xử lý không khí 4 và được xử lý đến một trạng thái O sau đó đưa đến buồng 6 để hòa trộn với dòng thứ 2 có lưu lượng G_{T2} trạng thái C_1 và đạt được trạng thái C_2 . Không khí có trạng thái C_2 tiếp tục được quạt 7 thổi theo kênh cấp gió 8 vào phòng 10 qua các miệng thổi 9. Một phần gió được thải ra bên ngoài qua cửa thải gió 14, phần còn lại tiếp tục được hồi về và lặp lại chu trình mới.

2. Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

- Các điểm nút $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ được xác theo các thông số tính toán.
- Điểm C_1 được xác định theo tỉ số hòa trộn: $G_N/G_T = TC_1/C_1N$
- Điểm hòa trộn C_2 : Mục đích của việc hoà trộn là nhằm nâng nhiệt độ không khí thổi vào phòng đạt yêu cầu vệ sinh, hay $t_{C2} = t_T - a$. Như vậy điểm C_2 là giao điểm của đường song song với $\varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua T với $t_{C2} = t_T - a$.
- Điểm O là giao của C_1C_2 với đường $\varphi_0 = 0,95$.



Hình 5.9. Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh độ ẩm trên I-d

3. Xác định năng suất các thiết bị

- Năng suất gió: $G = G_T + G_N = G_{T1} + G_{T2} + G_N$

$$G = \frac{Q_T}{I_T - I_{C2}} = \frac{W_T}{d_T - d_{C2}}, \text{ kg/s} \quad (5-26)$$

- Lượng không khí bổ sung G_N được xác định căn cứ vào số lượng người và lưu lượng gió tươi cần thiết cung cấp cho một người trong một đơn vị thời gian:

$$G_N = n \cdot \rho_k \cdot V_k \quad (5-27)$$

trong đó n - Tổng số người trong phòng, người;

V_k - Lượng không khí tươi cần cung cấp cho một người trong một đơn vị thời gian, tra theo bảng 2.8.

- Xác định lưu lượng G_{T1} và G_{T2} căn cứ vào hệ phương trình sau:

- Theo quá trình hoà trộn ở buồng hoà trộn 3:

$$\frac{TC_1}{C_1 N} = \frac{G_N}{G_T}$$

- Theo quá trình hoà trộn ở buồng hoà trộn 6:

$$\frac{OC_2}{C_2 C_1} = \frac{G_{T2}}{G - G_{T2}}$$

$$G_{T2} = G \cdot \frac{OC_2}{C_1 O}, \quad G_T = G_N \cdot \frac{C_1 N}{TC_1} \quad \text{và} \quad G_{T1} = G_T - G_{T2} = G_N \cdot \frac{C_1 N}{TC_1} - G \cdot \frac{OC_2}{C_1 O}$$

- Năng suất lạnh của thiết bị xử lý:

$$Q_o = (G - G_{T2}) \cdot (I_{C1} - I_o), \text{ kW} \quad (5-28)$$

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

$$W = (G - G_{T2}) \cdot (d_{C1} - d_o), \text{ kg/s} \quad (5-29)$$

4. Ưu nhược điểm của sơ đồ

Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh độ ẩm có đặc điểm như sau:

- Nhiệt độ và độ ẩm không khí thổi vào phòng có thể điều chỉnh để thỏa mãn điều kiện vệ sinh hoặc thỏa mãn về độ ẩm do đó không cần thiết bị sấy cấp II và thiết bị phun ẩm bổ sung;

- Năng suất lạnh và năng suất làm khô yêu cầu của thiết bị xử lý giảm so với sơ đồ 1 cấp tương tự.

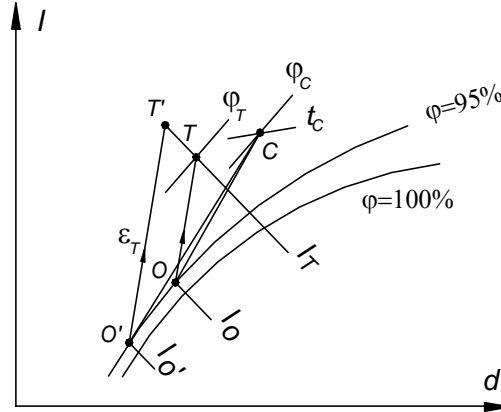
- Công suất lạnh giảm $\Delta Q_o = G_{T2} \cdot (I_{C1} - I_o)$, kW ;
- Lưu lượng gió giảm $\Delta W_o = G_{T2} \cdot (d_{C1} - d_o)$, kg/s;

- Hệ thống bắt buộc phải có thêm buồng hòa trộn thứ 2 và hệ thống trích gió đến buồng hòa trộn này nên chi phí đầu tư và vận hành tăng.

5.2.2.4 Sơ đồ có phun ẩm bổ sung

Sơ đồ này được sử dụng nhằm tiết kiệm năng lượng trong trường hợp cần tăng độ ẩm của không khí trong phòng nhưng vẫn tiết kiệm năng lượng.

Việc phun ẩm bổ sung có thể thực hiện cho sơ đồ thẳng, sơ đồ tuần hoàn 1 cấp hoặc 2 cấp.



Hình 5-10. So sánh chu trình có và không có phun ẩm bổ sung

Để không khí trong phòng đạt được trạng thái T (t_T, ϕ_T) ta có thể thực hiện bằng 2 cách:

Cách 1: Xử lý không khí đến trạng thái O nhất định nào đó và thổi vào phòng để nhận nhiệt thừa Q_T và ẩm thừa W_T cho tự thay đổi trạng thái đến T (t_T, ϕ_T) theo quá trình OT ($\epsilon_T = Q_T/W_T$)

Theo cách này ta có:

- Năng suất gió cung cấp cho phòng:

$$G_1 = \frac{Q_T}{I_T - I_O}, \text{ kg/s} \quad (5-30)$$

- Năng suất lạnh yêu cầu của thiết bị xử lý không khí:

$$Q_{01} = G_1 \cdot (I_C - I_O) = Q_T \cdot \frac{I_C - I_O}{I_T - I_O}, \text{ kW} \quad (5-31)$$

- Năng suất làm khô yêu cầu của thiết bị xử lý không khí:

$$W_{01} = G_1 \cdot (d_C - d_O) = W_T \cdot \frac{d_C - d_O}{d_T - d_O} \text{ kg/s} \quad (5-32)$$

Cách 2: Xử lý không khí đến trạng thái O' với $t_{O'} < t_O$. Sau đó thổi không khí vào phòng cho không khí tự thay đổi trạng thái theo quá trình ϵ_T đến T', sau đó phun ẩm bổ sung để không khí thay đổi trạng thái đến T.

- Năng suất gió cung cấp cho phòng:

$$G_2 = \frac{Q_T}{I_T - I_{O'}} < \frac{Q_T}{I_T - I_O} = G_1, \text{ kg/s} \quad (5-33)$$

- Năng suất lạnh yêu cầu của thiết bị xử lý không khí:

$$Q_{02} = G_2 \cdot (I_C - I_{O'}) = Q_T \cdot \frac{I_C - I_{O'}}{I_T - I_{O'}} < Q_T \cdot \frac{I_C - I_O}{I_T - I_O} = Q_{01}, \text{ kW} \quad (5-34)$$

- Năng suất làm khô yêu cầu của thiết bị xử lý không khí:

$$W_{02} = G_2 \cdot (d_c - d_{o'}) = W_T \cdot \frac{d_c - d_{o'}}{d_T - d_{o'}} < W_T \cdot \frac{d_c - d_o}{d_T - d_o} = W_{01} \text{ kg/s} \quad (5-35)$$

Cần lưu ý rằng $I_{T'} = I_T$,

Kết luận

- Việc phun ẩm bổ sung có thể áp dụng cho bất cứ sơ đồ nào và đem lại hiệu quả nhiệt cao hơn, năng suất gió cấp vào phòng yêu cầu nhỏ, năng suất lạnh và năng suất làm khô của bộ xử lý không khí đều giảm;

- Tuy nhiên phải có bố trí thêm thiết bị phun ẩm bổ sung trong phòng nên phải có chi phí bổ sung. Thực tế nó chỉ có thể áp dụng cho các phòng nhỏ và có yêu cầu đặc biệt về độ ẩm.

5.2.3 Các sơ đồ điều hoà không khí mùa Đông

Khi nói đến sơ đồ mùa Đông là nói đến sơ đồ dùng cho những ngày mà nhiệt độ không khí ngoài trời nhỏ hơn nhiệt độ không khí trong nhà. Để duy trì nhiệt độ trong nhà chúng ta phải tiến hành cấp nhiệt. Sơ đồ này thường chỉ sử dụng cho các tỉnh phía Bắc từ Thừa Thiên Huế trở ra. Các tỉnh thành từ Đà Nẵng trở vào không cần sơ đồ mùa Đông vì mùa Đông ở các tỉnh phía Nam nhiệt độ không thấp. Vì thế chúng ta không ngạc nhiên khi các hệ thống điều hoà có cấp nhiệt mùa Đông chỉ được thiết kế và lắp đặt ở các tỉnh phía Bắc.

Các nguồn nhiệt và thiết bị thường được sử dụng để sưởi ấm mùa Đông (xem chương 4):

- *Điện trở*: Trong nhiều trường hợp người ta dùng điện trở để sấy nóng không khí trước khi thổi vào phòng nhằm duy trì nhiệt độ phòng nằm ở mức cho phép. Phương pháp dùng điện đơn giản, nhưng không kinh tế do giá điện năng tương đối cao và không an toàn về phòng cháy.

- *Hơi nước*: Hơi từ các lò hơi nhỏ hoặc trung tâm nhiệt điện được đưa đến các bộ trao đổi nhiệt kiểu bề mặt để trao đổi nhiệt với không khí trước khi thổi vào phòng. Các dàn trao đổi nhiệt này có thể đặt độc lập hoặc đặt đồng bộ cùng cụm dàn lạnh máy lạnh mùa hè.

- *Bơm nhiệt*: Một số công trình có trang bị máy lạnh 2 chiều, mùa đông máy hoạt động theo chế độ bơm nhiệt nhờ hệ thống van đảo chiều: dàn nóng bên trong phòng, dàn lạnh ngoài phòng.

5.2.3.1 Sơ đồ thẳng mùa Đông

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

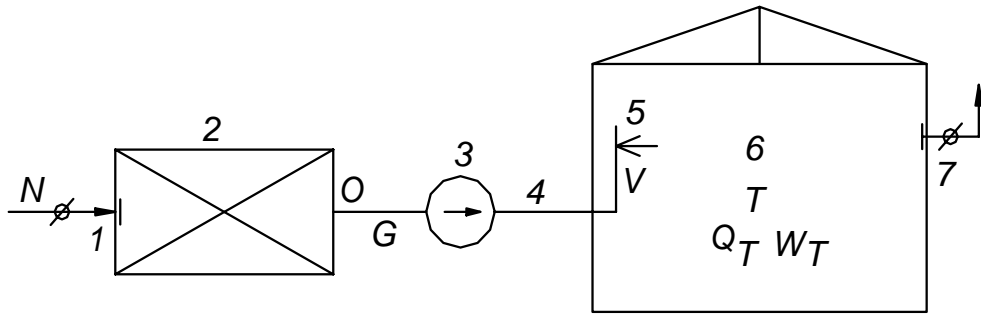
Trên hình 5-11 là sơ đồ nguyên lý hệ thống xử lý không khí mùa Đông. Sơ đồ này tương tự sơ đồ mùa Hè. Điểm khác duy nhất trong sơ đồ mùa Đông là thay vì sử dụng thiết bị xử lý lạnh không khí 2 ở đây sử dụng thiết bị sưởi.

Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau: không khí bên ngoài có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ được đẩy qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 vào bộ sưởi nóng không khí. Bộ sưởi nóng không khí có thể là bộ điện trở hoặc bộ trao đổi nhiệt kiểu bề mặt sử dụng hơi bão hoà, hay ga nóng. Không khí được gia nhiệt đẳng dung ẩm đến trạng thái O. Sau đó không khí được quạt 3 thổi vào phòng 6 theo hệ thống kênh gió 4 và miệng thổi 5. Ở trong phòng không khí nhả nhiệt, hấp thụ ẩm thừa và tự thay đổi trạng thái đến trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$. Cuối cùng không khí được thải ra bên ngoài qua cửa thải 7.

2. Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

- Các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ được xác định theo các thông số tính toán;

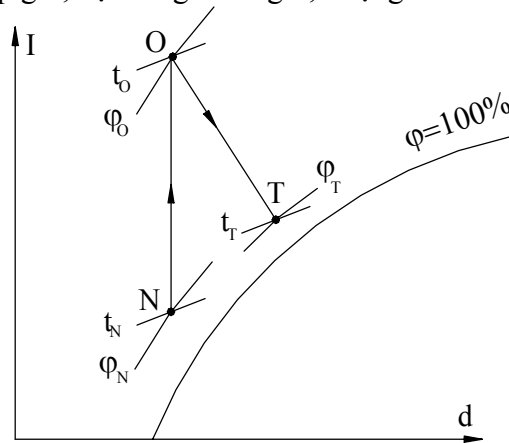
- Điểm O là giao của đường $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua T với đường đẳng dung ẩm qua điểm N. Cần lưu ý rằng đối với sơ đồ mùa đông thì $Q_T < 0$ và $W_T > 0$ vì vậy quá trình OT là quá trình tăng ẩm, giảm nhiệt. Hệ số góc tia quá trình có giá trị âm $\varepsilon < 0$.



Hình 5.11. Sơ đồ thẳng mùa đông

3. Các thiết bị chính của hệ thống

Đối với hệ thống hoạt động theo sơ đồ mùa Đông cần trang bị các thiết bị chính sau: Thiết bị sấy cấp I, quạt cấp gió, hệ thống kênh gió, miệng thổi.



Hình 5.12. Biểu diễn sơ đồ thẳng mùa đông trên đồ thị I-d

4. Xác định năng suất các thiết bị

- Năng suất gió của hệ thống:

$$G = \frac{|Q_T|}{I_O - I_T} = \frac{W_T}{d_O - d_T}, \text{ kg/s} \quad (5-36)$$

- Công suất bộ sưởi:

$$Q_{SI} = G.(I_O - I_N) = |Q_T| \cdot \frac{I_O - I_N}{I_O - I_T}, \text{ kW} \quad (5-37)$$

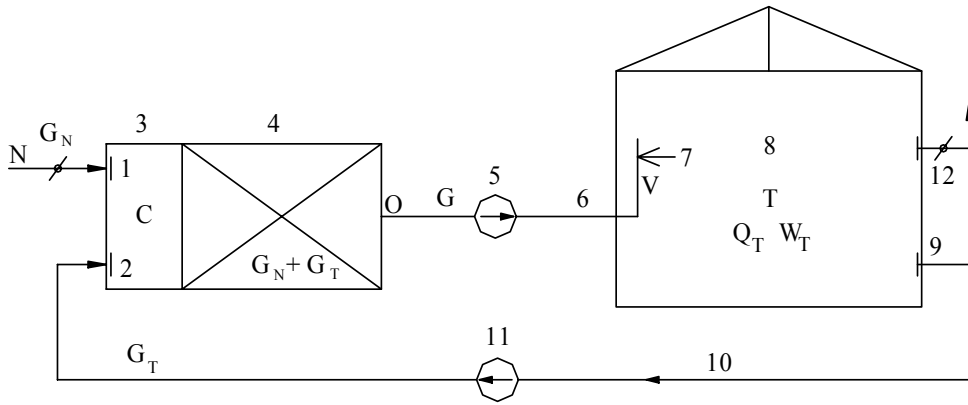
5. Ưu nhược điểm của sơ đồ

- Sơ đồ thẳng tuy đơn giản nhưng không tận dụng được nhiệt của gió thải nên không kinh tế.

- Sơ đồ thẳng chỉ sử dụng trong trường hợp việc xây dựng kênh hồi gió không kinh tế hoặc không thể thực hiện được. Khi trong không gian điều hoà sinh nhiều chất độc hại thì cũng nên sử dụng sơ đồ thẳng.

5.2.3.2 Sơ đồ tuần hoàn một cấp mùa Đông

1. Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động



Hình 5.13. Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp mùa đông

Hình 5.13 trình bày sơ đồ nguyên lý của hệ thống tuần hoàn 1 cấp về mùa đông. Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau: Không khí bên ngoài có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ được lấy qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 và đưa vào buồng hoà trộn 3. Ở đây nó được hoà trộn với không khí hồi có trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$ để được trạng thái C. Hỗn hợp hoà trộn được đưa vào bộ sấy không khí cấp I để sấy lên trạng thái O. Sau đó không khí được quạt 5 thổi vào phòng 8 theo hệ thống kênh gió 6 và miệng thổi 7. Ở trong phòng không khí nhả nhiệt, hấp thụ ẩm thừa và tự thay đổi trạng thái đến trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$. Cuối cùng một phần không khí được thổi ra bên ngoài qua cửa thổi 12 phần lớn được hồi trở lại trước buồng hoà trộn.

2. Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

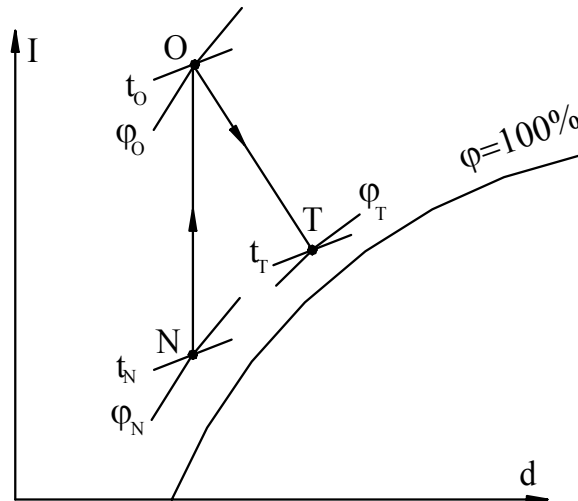
- Các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$ được xác định theo các thông số tính toán.
- Điểm C được xác định theo tỷ lệ hoà trộn như sau:

$$\frac{CT}{CN} = \frac{G_N}{G_T} = \frac{G_N}{G - G_N}$$

- Điểm O là giao của đường $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$ đi qua T với đường đẳng dung ẩm qua điểm C.

3. Các thiết bị chính của hệ thống

Đối với hệ thống 1 cấp mùa Đông ở trên hệ thống cần trang bị các thiết bị chính sau: Buồng hoà trộn, Thiết bị sấy cấp I, quạt cấp gió, hệ thống kênh cấp gió, kênh hồi gió, miệng thổi và miệng hút.



Hình 5.14. Biểu diễn sơ đồ tuần hoàn 1 cấp mùa đông trên đồ thị I-d

4. Xác định năng suất các thiết bị chính

- Năng suất gió đưa vào phòng:

$$G = \frac{|Q_T|}{I_O - I_T} = \frac{W_T}{d_O - d_T}, \text{ kg/s} \quad (5-38)$$

- Công suất bộ sấy cấp I

$$Q_{SI} = G.(I_O - I_C) = |Q_T| \cdot \frac{I_O - I_C}{I_O - I_T}, \text{ kW} \quad (5-39)$$

5. Ưu nhược điểm của sơ đồ

- Sơ đồ tuần hoàn một cấp tận dụng được nhiệt của gió thải nên kinh tế hơn sơ đồ thẳng.
- Đây là sơ đồ thường hay được sử dụng trên thực tế.

5.3. TÍNH TOÁN CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ THEO ĐỒ THỊ d-t

Tính toán các sơ đồ điều hoà không khí theo đồ thị t-d được các nước tư bản phương Tây áp dụng rất phổ biến. Về mặt bản chất, việc xác định các sơ đồ theo đồ thị t-d cũng tương tự như đồ thị I-d.

5.3.1 Các sơ đồ điều hoà trên đồ thị d-t

5.3.1.1 Sơ đồ thẳng

Không khí bên ngoài trời có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ đi qua thiết bị xử lý không khí để biến đổi trạng thái đến trạng thái O, sau đó qua quạt cấp gió hấp thụ một phần nhiệt dưới dạng nhiệt hiện và biến đổi đến trạng thái đến Q, trên đường ống không khí hấp thụ một lượng nhiệt từ môi trường dưới dạng nhiệt hiện và thay đổi đến trạng thái V. Sau đó được thổi vào phòng nhận nhiệt ẩn và nhiệt hiện để thay đổi trạng thái đến $T(t_T, \varphi_T)$.

- Công suất lạnh thiết bị xử lý không khí:

$$Q = G.(I_N - I_O), \text{ kW}$$

- Nhiệt do không khí hấp thụ qua quạt:

$$Q_1 = G.(I_Q - I_O), \text{ kW}$$

- Nhiệt do không khí nhận từ môi trường qua đường ống:

$$Q_2 = G.(I_V - I_Q), \text{ kW}$$

- Nhiệt thừa do không khí nhận trong phòng Q_3 :

• Nhiệt hiện:

$$Q_{31} = G.(I_L - I_V), \text{ kW}$$

• Nhiệt ẩn

$$Q_{32} = G.(I_T - I_L)$$

- Nhiệt do không khí tươi nhả ra để biến đổi trạng thái từ $N(t_N, \varphi_N)$ đến trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$:

$$Q_4 = G.(I_N - I_T)$$

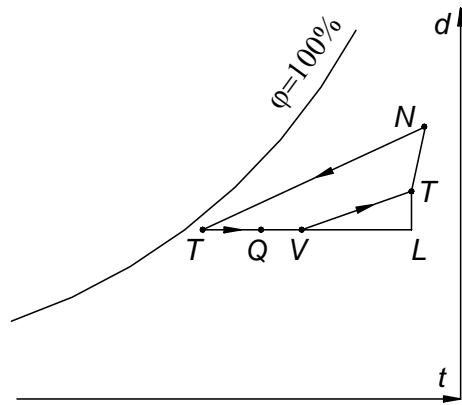
Ta có:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Nếu bỏ qua tổn thất nhiệt từ quạt cấp gió và đường ống ($Q_1=Q_2=0$) thì:

$$Q = Q_3 + Q_4$$

Như vậy: *Phụ tải lạnh của thiết bị xử lý không khí Q không phải là nhiệt thừa Q_3 , mà thực tế có giá trị lớn hơn.*



Hình 5.15. Sơ đồ thẳng trên đồ thị d-t

5.3.1.2 Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp

Không khí bên ngoài trời có trạng thái $N(t_N, \varphi_N)$ hoà trộn với không khí hồi được trạng thái hoà trộn là C. Không khí ở trạng thái C đi qua thiết bị xử lý không khí để biến đổi đến trạng thái O, sau đó qua quạt cấp gió và đường ống gió hấp thụ một phần nhiệt dưới dạng nhiệt hiện và biến đổi đến trạng thái đến Q và V. Gió tiếp tục được thổi vào phòng nhận nhiệt ẩn và nhiệt hiện để thay đổi trạng thái đến T (t_T, φ_T).

- Công suất lạnh thiết bị xử lý không khí:

$$Q = G.(I_C - I_O)$$

- Nhiệt do không khí hấp thụ qua quạt:

$$Q_1 = G.(I_Q - I_O)$$

- Nhiệt do không khí nhận từ môi trường qua đường ống:

$$Q_2 = G.(I_V - I_Q)$$

- Nhiệt thừa do không khí nhận trong phòng Q_3 :

• Nhiệt hiện:

$$Q_{31} = G.(I_L - I_V)$$

• Nhiệt ẩn:

$$Q_{32} = G.(I_T - I_L)$$

- Nhiệt do không khí tươi nhả ra để biến đổi trạng thái từ $N(t_N, \varphi_N)$ đến trạng thái $T(t_T, \varphi_T)$

$$Q_5 = G'.(I_N - I_T)$$

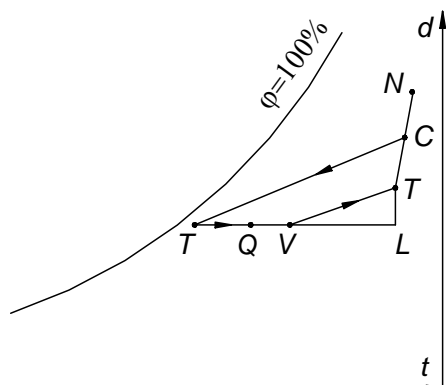
trong đó G' là lưu lượng khí tươi.

Ta có:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Nếu bỏ qua tổn thất nhiệt từ quạt cấp gió và đường ống ($Q_1=Q_2=0$) thì:

$$Q = Q_3 + Q_4$$



Hình 5.16. Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp trên đồ thị d-t

5.3.2. Các đặc trưng của sơ đồ điều hoà

5.3.2.1. Hệ số nhiệt hiện SHF

Giả sử có một quá trình thay đổi trạng thái không khí từ trạng thái 1 đến trạng thái 2. Hệ số nhiệt hiện SHF (Sensible heat factor) là tỷ số giữa tổng nhiệt hiện trên tổng nhiệt hiện và nhiệt ẩn:

$$SHF = \frac{Q_h}{Q_h + Q_w} = \frac{Q_h}{Q} = \frac{1,024.(t_2 - t_1)}{I_2 - I_1} \quad (5-40)$$

Q_h - nhiệt hiện, kW; Q_w - nhiệt ẩn, kW

$Q = Q_h + Q_w$ - nhiệt toàn phần;

t_1, t_2 - Nhiệt độ không khí đầu và cuối quá trình, °C;

I_1, I_2 - Entanpi của không khí đầu và cuối quá trình, kJ/kg.

5.3.2.2 Hệ số nhiệt hiện của phòng

Hệ số nhiệt hiện của phòng *RSHF* (Room sensible heat factor) được định nghĩa như sau:

$$RSHF = \frac{Q_{hf}}{Q_{hf} + Q_{wf}} = \frac{Q_{hf}}{Q_f} \quad (5-41)$$

trong đó:

Q_{hf} - Tổng nhiệt hiện do bức xạ, truyền nhiệt qua kết cấu bao che và nhiệt do các nguồn nhiệt bên trong phòng tỏa ra, kW;

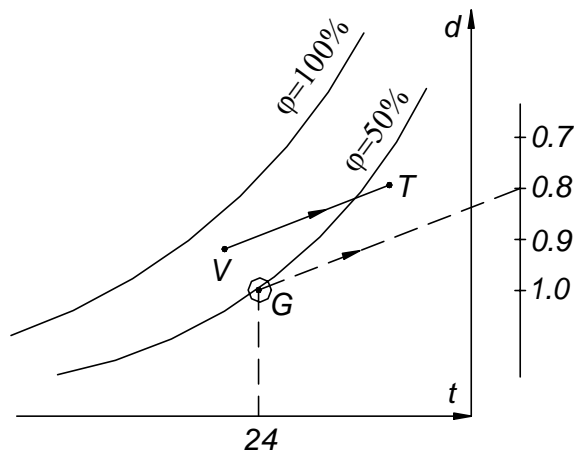
Q_{wf} - Tổng nhiệt ẩn tỏa ra từ phòng, kW;

Q_f - Tổng nhiệt ẩn và nhiệt hiện từ do bức xạ, truyền nhiệt qua kết cấu bao che và do các nguồn nhiệt tỏa ra từ phòng, đây chính là tổng nhiệt thừa của phòng; kW.

Trên đồ thị d-t, các điểm V và T lần lượt là trạng thái không khí cấp vào phòng và không khí trong phòng. Đường VT biểu thị quá trình không khí sau khi vào phòng nhận nhiệt thừa và ẩm thừa và tự thay đổi trạng thái. Đường này được gọi là đường hệ số nhiệt hiện của phòng RSHF.

Trong các tính toán thường điểm T đã biết trước, vì thế đường VT có thể dễ dàng xác định khi biết phương của nó. Cách xác định theo các bước sau:

Quan sát đồ thị d-t ta thấy có điểm G được đánh dấu tròn tại vị trí $t = 24^\circ\text{C}$ và $\varphi = 50\%$, điểm này gọi là điểm cơ sở. Mặt khác song song với trục d có đường biểu thị các giá trị khác nhau của hệ số nhiệt hiện RSHF. Đường VT sẽ song song với đường thẳng nối điểm G với điểm xác định giá trị RSHF trên đường biểu thị đó (hình 5-17).



Hình 5.17

5.3.2.3 Hệ số nhiệt hiện tổng GSHF (Grand sensible heat factor)

Giả sử điểm C và O lần lượt là trạng thái không khí đầu vào và đầu ra thiết bị xử lý không khí. Khi đi qua thiết bị xử lý, không khí thải nhiệt hiện Q_h và nhiệt ẩn Q_w để biến đổi trạng thái từ C đến O.

Hệ số nhiệt hiện tổng được xác định theo công thức:

$$GSHF = \frac{Q_h}{Q_h + Q_w} = \frac{Q_h}{Q} \quad (5-42)$$

trong đó:

Q_h và Q_w - Nhiệt hiện và nhiệt ẩn mà không khí thải ra ở thiết bị xử lý không khí.

Đường thẳng CO biểu thị sự thay đổi trạng thái của không khí khi qua thiết bị xử lý không khí gọi là đường GSHF. Cách xác định phương đường thẳng CO cũng tương tự như cách xác định đường RSHF, nghĩa là song song với đường G-GSHF.

5.3.2.4 Hệ số đi vòng BF

Khi không khí đi qua dàn lạnh, nếu quá trình tiếp xúc tốt, thời gian tiếp xúc đủ lớn thì trạng thái không khí đầu ra là trạng thái bão hoà $\phi=100\%$. Tuy nhiên thực tế trạng thái đầu ra thường không đạt trạng thái bão hoà, mà nằm trong khoảng $\phi = 90 \div 95\%$. Trạng thái đó được coi như là hỗn hợp của 2 trạng thái: trạng thái ban đầu C và trạng thái bão hoà S. Như vậy lượng không khí xử lý coi như được phân thành 2 dòng: một dòng đi qua dàn lạnh và trao đổi nhiệt ẩm và đạt trạng thái bão hoà, dòng thứ 2 đi vòng qua dàn và không trao đổi nhiệt ẩm.

Hệ số đi vòng BF (Bypass factor) là tỉ số giữa lượng không khí đi qua dàn lạnh nhưng không trao đổi nhiệt ẩm so với tổng lượng không khí qua dàn:

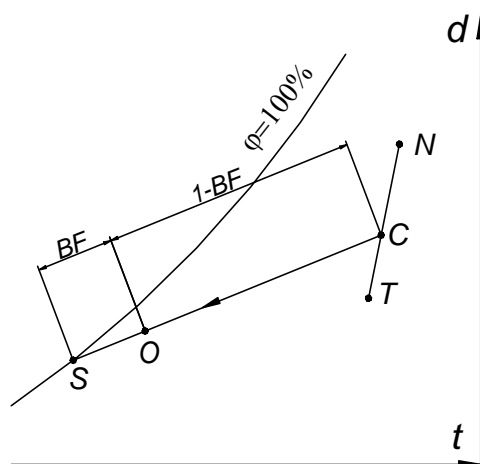
$$BF = \frac{G_c}{G_c + G_s} = \frac{G_c}{G} \quad (5-43)$$

trong đó:

G_c - Lưu lượng không khí qua dàn lạnh nhưng không trao đổi nhiệt ẩm, kg/s;

G_s - Lưu lượng không khí có trao đổi nhiệt ẩm, kg/s;

G - Tổng lưu lượng gió qua dàn, kg/s.



Hình 5.18.

Nếu viết phương trình cân bằng năng lượng ta có:

$$G.I_0 = G_c.I_c + G_s.I_s$$

Sử dụng công thức xác định BF ta có:

$$G.I_0 = G.BF.I_c + G.(1-BF).I_s$$

hay:

$$I_0 = BF.I_c + (1-BF).I_s$$

Rút ra:

$$BF = \frac{I_0 - I_s}{I_c - I_s} \quad (5-44)$$

Tương tự có thể rút ra:

$$BF = \frac{d_0 - d_s}{d_c - d_s} \quad (5-45)$$

và

$$BF = \frac{t_0 - t_s}{t_c - t_s} \quad (5-46)$$

Hệ số đi vòng BF phụ thuộc vào diện tích, cấu tạo và tốc độ không khí qua dàn.

Bảng 5-1 dưới đây trình bày giá trị của hệ số BF trong một số trường hợp dùng để tham khảo khi tính phụ tải lạnh.

Bảng 5.1

Trị số BF	Trường hợp áp dụng	Ví dụ
0,3 ÷ 0,5	Tải nhiệt nhỏ hoặc tải nhiệt tương đối lớn nhưng nhiệt hiện nhỏ	Nhà ở
0,2 ÷ 0,3	Tải nhiệt tương đối nhỏ hoặc tải nhiệt tương đối lớn với nhiệt hiện nhỏ	Nhà ở, cửa hàng, phân xưởng sản xuất
0,1 ÷ 0,2	Ứng dụng cho điều hoà không khí bình thường	Cửa hàng lớn, ngân hàng, phân xưởng
0,05 ÷ 0,1	Ứng dụng khi lượng nhiệt hiện lớn hoặc cần lượng không khí tươi nhiều	Văn phòng làm việc, cửa hàng, nhà hàng, phân xưởng
0 ÷ 0,1	Chỉ sử dụng không khí tươi (không có tái tuần hoàn)	Bệnh viện, phòng thờ, phân xưởng

Bảng 5-2 trình bày giá trị hệ số đi vòng BF của một số dàn lạnh kiểu tiếp xúc theo số hàng ống dọc theo chiều chuyển động của không khí và mật độ cánh trao đổi nhiệt.

Bảng 5.2

Số hàng ống	Hệ số BF	
	315 cánh/m	550 cánh/m
2	0,42 ÷ 0,55	0,22 ÷ 0,38
3	0,27 ÷ 0,40	0,10 ÷ 0,23
4	0,12 ÷ 0,28	0,04 ÷ 0,14
5	0,08 ÷ 0,22	0,02 ÷ 0,09
6	0,05 ÷ 0,15	0,01 ÷ 0,05
8	0,02 ÷ 0,08	0 ÷ 0,02

Trường hợp thiết bị xử lý không khí kiểu ướt (buồng phun) giá trị BF phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của không khí, áp suất nước tại lỗ phun, kích thước lỗ phun, lưu lượng nước phun, số hàng bố trí lỗ phun và số lỗ phun trên 01 hàng. Ngoài ra chiều chuyển động tương đối giữa không khí và nước cũng ảnh hưởng tới giá trị BF.

Bảng 5.3 trình bày các giá trị của BF trong một số trường hợp dùng tham khảo.

Bảng 5.3

Số hàng lỗ phun	Hướng phun nước	Lỗ phun có d=6mm, p=170 kPa, G= 2 Lit/s.m ²		Lỗ phun có d=3mm, p=210 kPa, G= 1,7 Lit/s.m ²	
		1,5	3,5	1,5	3,5
Tốc độ không khí, m/s		1,5	3,5	1,5	3,5
1	- Song song	0,70	0,50	0,80	0,60
	- Hỗn hợp	0,75	0,65	0,82	0,70
2	- Song song	0,90	0,85	0,92	0,87
	- Ngược chiều	0,98	0,92	0,98	0,93
	- Hỗn hợp	0,99	0,93	0,99	0,94

5.3.2.5 Hệ số nhiệt hiện hiệu dụng ESHF

Hệ số nhiệt hiện hiệu dụng ESHF (Effective sensible heat factor) là tỷ số giữa nhiệt hiện hiệu dụng Q_{hef} và tổng nhiệt hiện hiệu dụng Q_{ef}

$$ESHF = \frac{Q_{hef}}{Q_{ef}} = \frac{Q_{hef}}{Q_{hef} + Q_{wef}} \quad (5-47)$$

ở đây:

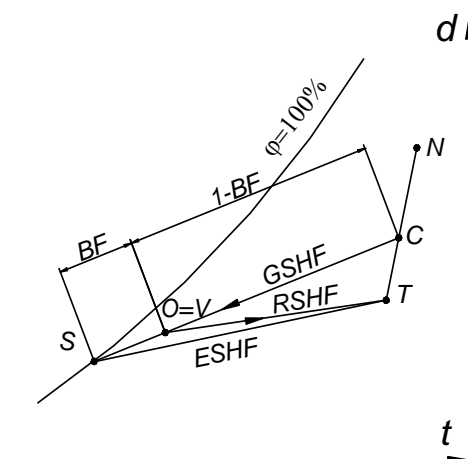
$Q_{hef} = Q_{hf} + BF \cdot Q_{4h}$, kW - nhiệt hiện hiệu dụng của phòng;

$Q_{wef} = Q_{wf} + BF \cdot Q_{4w}$, kW - nhiệt ẩn hiệu dụng của phòng;

Q_{hf} , Q_{wf} , kW - nhiệt hiện và nhiệt ẩn thừa của phòng;

Q_{4h} , Q_{4w} , kW - nhiệt hiện và nhiệt ẩn của không khí tươi cần nhả ra để đạt được trạng thái trong phòng.

Trên đồ thị d-t đường biểu thị mối quan hệ giữa các hệ số RSHF, GSHF, ESHF và nhiệt độ động sương



Hình 5.19

Các trạng thái lần lượt là:

C- Trạng thái không khí đã được hoà trộn trước khi vào dàn lạnh;

O ≡ V Trạng thái sau dàn lạnh và thổi vào phòng;

T - Trạng thái không khí trong phòng;

N - Trạng thái không khí ngoài trời;

S - Trạng thái không khí bão hoà, phần không khí tiếp xúc dàn lạnh, nhiệt độ điểm K là nhiệt động ngưng sương t_s .

Giữa hệ số nhiệt hiện hữu dụng và nhiệt độ ngưng sương của dàn lạnh có mối quan hệ như sau:

$$ESHF = \frac{1}{1 + 2,45 \cdot \left[\frac{d_T - d_s}{t_T - t_s} \right]} \quad (5-48)$$

trong đó:

d_T, d_s - Độ chứa hơi của không khí trong không gian điều hoà và ở trạng thái ngưng sương của dàn lạnh, g/kg;

t_T, t_s - Nhiệt độ của không khí trong không gian điều hoà và ở trạng thái ngưng sương của dàn lạnh, °C.

Bảng 5.4

$t_T, ^\circ\text{C}$	$\varphi_T, \%$		Giá trị								
20	50	ESHF	1,00	0,97	0,88	0,83	0,73	0,72	0,70	0,68	
		t_s	9,3	9,0	8,0	7,0	5,0	3,0	0	-5,5	
	55	ESHF	1,00	0,97	0,92	0,83	0,78	0,71	0,67	0,65	
		t_s	10,8	10,5	10,0	9,0	8,0	6,0	3,0	-4,5	
	60	ESHF	1,00	0,92	0,85	0,78	0,73	0,67	0,64	0,62	0,61
		t_s	12,1	11,5	11,0	10,0	9,0	7,0	5,0	3,0	-3,0
65	ESHF	1,00	0,94	0,87	0,82	0,73	0,69	0,63	0,60	0,59	
	t_s	13,3	13,0	12,5	12,0	11,0	10,0	8,0	5,0	0	
70	ESHF	1,00	0,89	0,81	0,76	0,69	0,64	0,61	0,58	0,56	
	t_s	14,5	14,0	13,5	13,0	12,0	11,0	10,0	8,0	2,0	
21	50	ESHF	1,00	0,98	0,89	0,83	0,76	0,72	0,69	0,68	0,67
		t_s	10,2	10,0	9,0	8,0	6,0	4,0	1,0	0	-5,5
	55	ESHF	1,00	0,91	0,87	0,83	0,77	0,74	0,69	0,65	0,64
		t_s	11,7	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,0	3,0	-3,5
	60	ESHF	1,00	0,93	0,86	0,78	0,72	0,66	0,63	0,61	0,60
		t_s	13,0	12,5	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0	-1,5
65	ESHF	1,00	0,94	0,86	0,81	0,73	0,68	0,62	0,59	0,57	

		t _s	14,2	14,0	13,5	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0	1,5
	70	ESHF	1,00	0,89	0,81	0,75	0,67	0,63	0,58	0,55	0,54
		t _s	15,4	15,0	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	7,0	3,5
22	50	ESHF	1,00	0,94	0,88	0,83	0,75	0,71	0,68	0,66	0,65
		t _s	11,1	10,5	10,0	9,0	7,0	5,0	2,0	-1,0	-5,0
	55	ESHF	1,00	0,93	0,88	0,83	0,77	0,70	0,67	0,64	0,62
		t _s	12,5	12,0	11,5	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0	-3,5
	60	ESHF	1,00	0,93	0,88	0,78	0,72	0,66	0,62	0,60	0,59
		t _s	13,8	13,5	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0	4,0	0
	65	ESHF	1,00	0,95	0,87	0,80	0,72	0,68	0,61	0,57	0,56
		t _s	15,2	15,0	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	7,0	2,0
	70	ESHF	1,00	0,89	0,81	0,73	0,66	0,62	0,56	0,54	0,53
		t _s	16,4	16,0	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	4,5
23	50	ESHF	1,00	0,94	0,88	0,82	0,74	0,70	0,66	0,65	0,64
		t _s	12,1	11,5	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0	0	-4,0
	55	ESHF	1,00	0,94	0,88	0,83	0,77	0,70	0,66	0,62	0,61
		t _s	13,5	13,0	12,5	12,0	11,0	9,0	7,0	4,0	-2,0
	60	ESHF	1,00	0,95	0,87	0,78	0,72	0,65	0,62	0,59	0,58
		t _s	14,9	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	1,0
	65	ESHF	1,00	0,88	0,80	0,75	0,71	0,66	0,60	0,56	0,55
		t _s	16,1	15,5	15,0	14,5	14,0	13,0	11,0	8,0	3,5
	70	ESHF	1,00	0,91	0,81	0,74	0,66	0,61	0,56	0,53	0,51
		t _s	17,3	17,0	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	5,0
24	50	ESHF	1,00	0,94	0,89	0,82	0,74	0,69	0,65	0,64	0,63
		t _s	13,0	12,5	12,0	11,0	9,0	7,0	4,0	1,0	-3,5
	55	ESHF	1,00	0,93	0,87	0,82	0,76	0,69	0,64	0,61	0,60
		t _s	14,5	14,0	13,5	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	-1,0
	60	ESHF	1,00	0,95	0,87	0,77	0,71	0,64	0,60	0,58	0,57
		t _s	15,8	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	6,0	2,0
	65	ESHF	1,00	0,88	0,81	0,71	0,65	0,59	0,56	0,55	0,54
		t _s	17,0	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	9,0	4,0
	70	ESHF	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,56	0,52	0,51	0,50
		t _s	18,3	18,0	17,5	17,0	16,0	14,0	11,0	10,0	6,0
25	50	ESHF	1,00	0,94	0,89	0,82	0,73	0,68	0,64	0,63	0,62
		t _s	14,0	13,5	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	3,0	-3,0
	55	ESHF	1,00	0,94	0,88	0,83	0,76	0,68	0,62	0,60	0,59
		t _s	15,4	15,0	14,5	14,0	13,0	11,0	8,0	5,0	0
	60	ESHF	1,00	0,96	0,86	0,76	0,70	0,63	0,59	0,57	0,56
		t _s	16,7	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	8,0	2,5
	65	ESHF	1,00	0,88	0,79	0,69	0,64	0,58	0,54	0,53	0,52
		t _s	18,0	17,5	17,0	16,0	15,0	13,0	10,0	8,0	5,0
	70	ESHF	1,00	0,92	0,81	0,73	0,63	0,58	0,53	0,50	0,49
		t _s	19,2	19,0	18,5	18,0	17,0	16,0	14,0	11,0	6,0
26	50	ESHF	1,00	0,96	0,90	0,81	0,76	0,69	0,66	0,63	0,61
		t _s	14,9	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	8,0	6,0	-2,0
	55	ESHF	1,00	0,95	0,86	0,82	0,75	0,67	0,63	0,59	0,57
		t _s	16,3	16,0	15,5	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	2,0
	60	ESHF	1,00	0,88	0,82	0,76	0,69	0,62	0,57	0,55	0,54
		t _s	17,6	17,0	16,5	16,0	15,0	13,0	10,0	8,0	3,0
	65	ESHF	1,00	0,90	0,80	0,70	0,63	0,57	0,53	0,52	0,51

		t_s	19,0	18,5	18,0	17,0	16,0	14,0	11,0	10,0	5,5
	70	ESHF	1,00	0,83	0,73	0,64	0,54	0,50	0,49	0,48	0,47
		t_s	20,1	19,5	19,0	18,0	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0
27	50	ESHF	1,00	0,97	0,90	0,82	0,76	0,69	0,65	0,61	0,60
		t_s	15,8	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	6,0	-0,5
	55	ESHF	1,00	0,88	0,82	0,75	0,66	0,61	0,58	0,57	0,56
		t_s	17,2	16,5	16,0	15,0	13,0	11,0	8,0	6,0	2,0
	60	ESHF	1,00	0,90	0,82	0,77	0,69	0,64	0,59	0,55	0,53
		t_s	18,6	18,0	17,5	17,0	16,0	15,0	13,0	10,0	4,5
	65	ESHF	1,00	0,90	0,80	0,75	0,69	0,58	0,52	0,50	0,49
		t_s	19,8	19,5	19,0	18,5	18,0	16,0	13,0	10,0	6,0
	70	ESHF	1,00	0,84	0,74	0,68	0,63	0,57	0,53	0,49	0,46
		t_s	21,0	20,5	20,0	19,5	19,0	18,0	17,0	15,0	8,0

5.3.3 Xác định năng suất lạnh, lưu lượng không khí của dàn lạnh

Trước hết để xác định năng suất lạnh, lưu lượng không khí thổi vào dàn lạnh và nhiệt độ thổi vào chúng ta phải có các thông số tính toán ban đầu

Các bước xác định

Bước 1:

- Xác định RSHF, GSHF và ESHF.
- Xác định các điểm $N(t_N, \varphi_N)$, $T(t_T, \varphi_T)$, $G(24^\circ\text{C}, 50\%)$.

Bước 2:

- Kẻ đường TS song song với đường G-ESHF cắt $\varphi=100\%$ tại S.
- Kẻ đường TH song song với đường G-RSHF.

Bước 3:

- Qua S kẻ đường SC song song với đường G-GSHF cắt TH ở điểm $O \equiv V$.

Xác định các thông số t , d và I tại điểm C trước khi vào dàn lạnh, điểm V trước khi vào phòng.

Bước 4:

Kiểm tra điều kiện vệ sinh của trạng thái không khí thổi vào phòng

$$t_v \geq t_T - a$$

$a = 10^\circ\text{C}$ nếu miệng thổi bố trí trên cao

$a = 7^\circ\text{C}$ nếu miệng thổi bố trí ở dưới thấp.

Nếu điều kiện vệ sinh thỏa mãn thì xác định

- Lưu lượng gió qua dàn lạnh:

$$L = \frac{Q_{\text{hef}}}{1,2 \cdot (t_T - t_s) \cdot (1 - \text{BF})}, \text{ l/s} \quad (5-49)$$

Lưu lượng khối lượng:

$$G = 0,0012 \cdot V, \text{ kg/s} \quad (5-50)$$

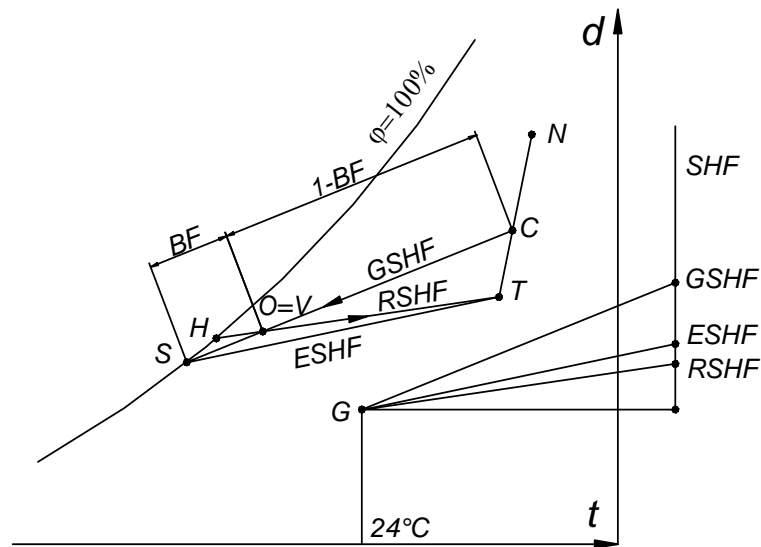
- Năng suất lạnh của thiết bị xử lý không khí:

$$Q_o = G \cdot (I_c - I_o), \text{ kW} \quad (5-51)$$

- Lưu lượng không khí tái tuần hoàn:

$$L_T = L - L_N, \text{ l/s} \quad (5-52)$$

L_N - Lưu lượng không khí tươi, l/s



Hình 5.20

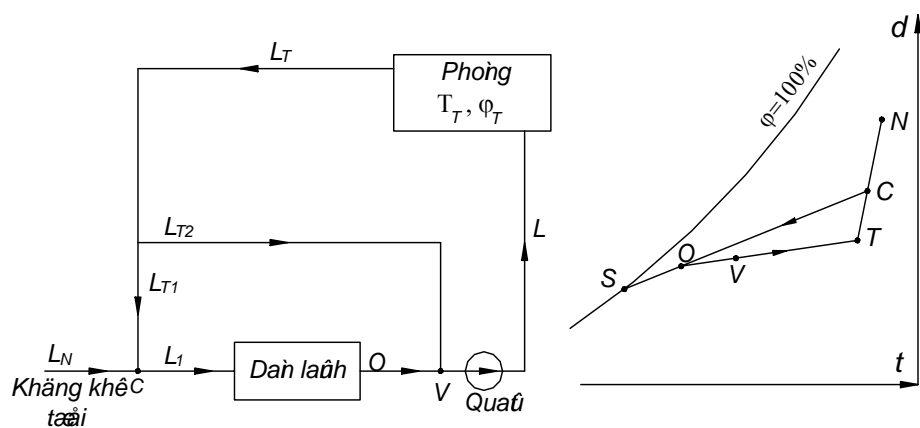
5.3.4 Tính toán sơ đồ tuần hoàn 2 cấp

Trong trường hợp điều kiện vệ sinh không thỏa mãn thì người ta sử dụng sơ đồ tuần hoàn 2 cấp. Có 2 kiểu tuần hoàn 2 cấp: Sơ đồ 2 cấp điều chỉnh nhiệt độ và sơ đồ 2 cấp điều chỉnh độ ẩm.

5.3.4.1. Sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ

Trên hình 5-21 biểu diễn sơ đồ nguyên lý thiết bị và sự thay đổi trạng thái của không khí trên đồ thị d-t

Theo sơ đồ lượng không khí tái tuần hoàn L_T trước khi đến dàn lạnh được tách làm 2 dòng: L_{T1} đi qua dàn lạnh và L_{T2} đi vòng qua dàn lạnh. Lượng không khí đi qua dàn lạnh L_{T1} trước khi vào dàn lạnh được hoà trộn với lượng gió tươi L_N



Hình 5.21

Các điểm nút N, T, S, O và C được xác định giống như sơ đồ 1 cấp. Điểm V có nhiệt độ $t_V = t_T - a$.

- Lưu lượng gió cấp vào phòng:

$$L = \frac{Q_{\text{hef}}}{1,2.(t_T - t_s).(1 - BF)}, \text{ l/s} \quad (5-53)$$

- Lưu lượng gió GT_1 và GT_2 được xác định dựa vào hệ phương trình:

$$\frac{OV}{VT} = \frac{L_{T2}}{L_1} = \frac{L_{T2}}{L_{T1} + L_N} \quad \text{và} \quad L_T = L_{T1} + L_{T2} = L - L_N \quad (5-54)$$

- Năng suất lạnh Q_0 của dàn lạnh:

$$Q_0 = G_1.(I_C - I_O), \text{ kW} \quad (5-55)$$

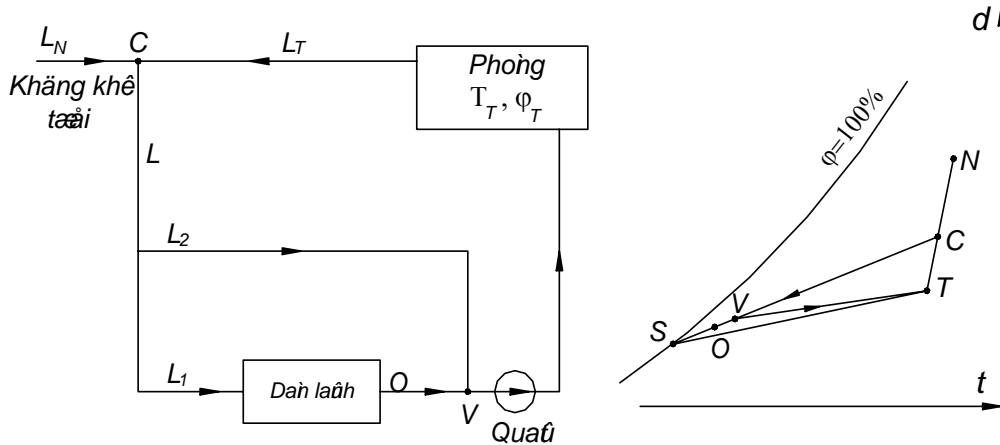
trong đó $G_1 = 0,0012.L_1, \text{ Kg/s}$

5.3.4.2. Sơ đồ điều chỉnh độ ẩm

Trên hình 5-22 biểu diễn sơ đồ nguyên lý thiết bị và sự thay đổi trạng thái của không khí trên đồ thị d-t

Theo sơ đồ lượng không khí tái tuần hoàn GT được đem hoà trộn với lượng gió tươi GN được trạng thái C và lưu lượng tổng L, được tách thành 2: L_1 đi qua dàn lạnh và L_2 đi vòng qua dàn lạnh.

Lượng không khí L_1 qua dàn lạnh biến đổi đến trạng thái O và hoà trộn với L_2 để đạt trạng thái V thoả mãn điều kiện vệ sinh trước khi thổi vào phòng $t_v = t_T - a$.



Hình 5.22

Xác định lưu lượng gió

Để xác định lưu lượng gió trước hết cần phải xác định các điểm nút S, O, C và V tương tự như sơ đồ 1 cấp. Đối với điểm V, nhiệt độ t_v phải thoả mãn điều kiện vệ sinh và được chọn $t_v = t_T - a$.

- Lưu lượng gió cấp vào phòng:

$$L = \frac{Q_{\text{hef}}}{1,2.(t_T - t_s).(1 - BF)}, \text{ l/s} \quad (5-56)$$

- Lưu lượng gió L_1 và L_2 được xác định dựa vào hệ phương trình:

$$\frac{OV}{VT} = \frac{L_2}{L_1} \quad \text{và} \quad L = L_1 + L_2 \quad (5-57)$$

- Năng suất lạnh Q_0 của dàn lạnh:

$$Q_0 = G_1.(I_C - I_O), \text{ kW} \quad (5-58)$$

trong đó $G_1 = 0,0012.L_1, \text{ Kg/s}$

* * *