



# Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

Bởi:

Võ Chí Chính

## THÀNH LẬP VÀ TÍNH TOÁN

### CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

#### 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 cần 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  $\varphi_N$ .
- b) Yêu cầu về tiện nghi hoặc công nghệ sản xuất, để chọn thông số tính toán bên trong công trình:  $t_T$  và  $\varphi_T$ .
- 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

$$\epsilon_T = \frac{Q_T}{W_T}$$

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

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

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.

Điều kiện về cung cấp gió tươi

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

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

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,  $\text{m}^3/\text{s.người}$  ;

$\rho$  - 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).

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

### *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.

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- 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:

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

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  $\varepsilon_T$  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 ( $t_T, \varphi_T$ ).

### ***Các sơ đồ điều hoà không khí mùa Hè***

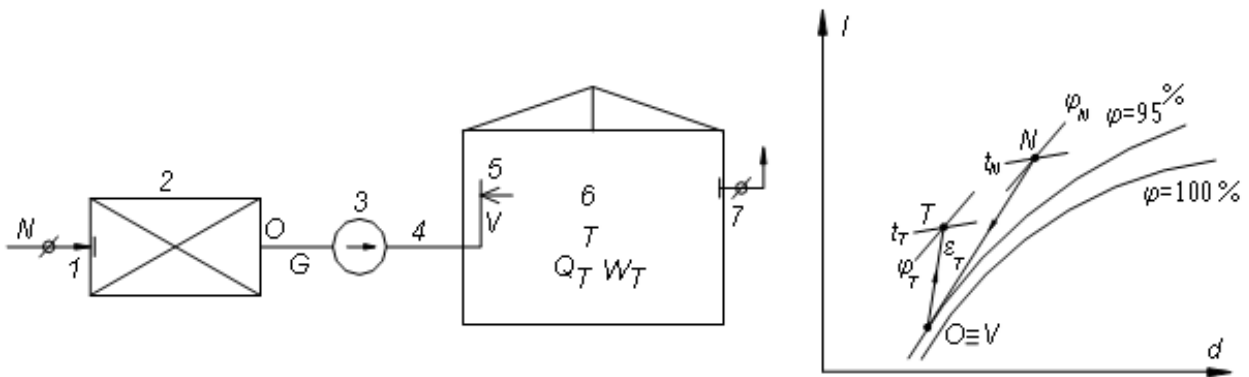
#### **Sơ đồ thẳng**

Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

## Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

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 thổi ra bên ngoài qua các cửa thổi 7.



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.

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.

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- 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  $\varphi_o = 90\% \text{?} 95\%$ .

- 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?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?V

- Nói NO ta có quá trình xử lý không khí

Cần lưu ý trạng thái thổi vào V?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:

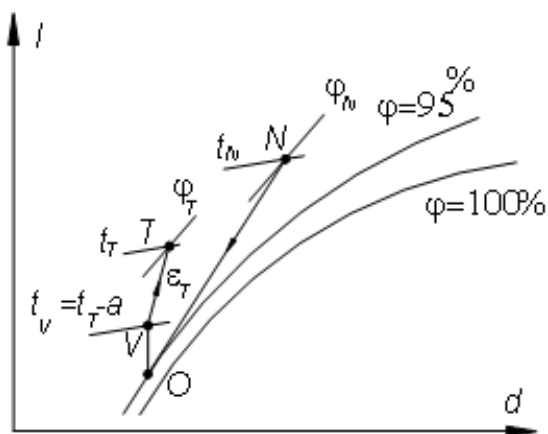
$$t_v \geq t_T - a$$

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  $\varphi_o = 0,95$ .



Sơ đồ thẳng khi nhiệt độ t<sub>v</sub> thấp

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.

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:

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

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

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

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

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

Ưu nhược điểm của sơ đồ thẳng

- Sơ đồ thẳng có ưu điểm là đơn giản, gọn nhẹ dễ lắp đặt;

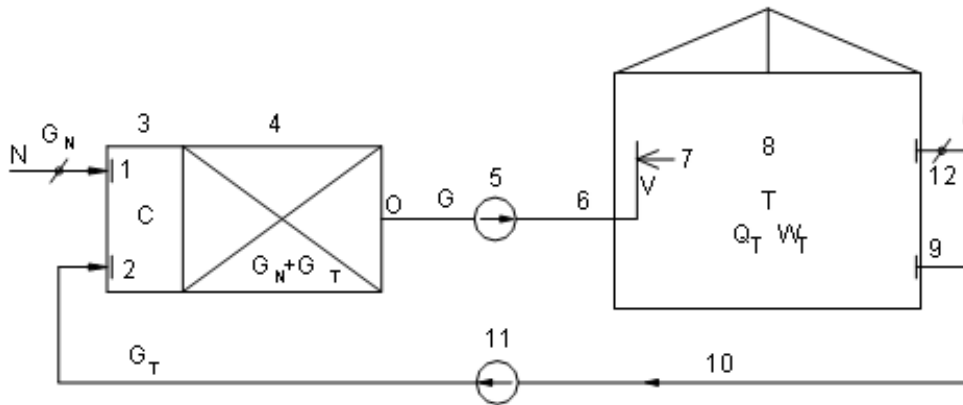
- Không tận dụng lạnh (hay nhiệt) của không khí thải nên hiệu quả kinh tế thấp;
- Sơ đồ thường được sử dụng trong các hệ thống nơi có phát sinh các chất độc việc tuần hoàn gió không có lợi hoặc đường ống quá xa, cồng kềnh không kinh tế hoặc không thể thực hiện được.

### 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.

#### 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  $N(t_N, \phi_N)$  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  $T(t_T, \phi_T)$  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  $T(t_T, \phi_T)$ . 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.



Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp

#### 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:

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- 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?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:

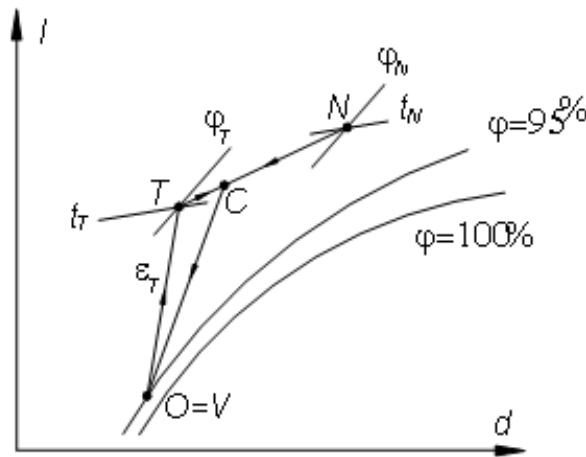
$$\frac{TC}{CN} = \frac{G_N}{G_T} = \frac{G_N}{G - G_N} \quad (5-12)$$

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



Biểu diễn sơ đồ tuần hoàn 1 cấp trên đồ thị I-d

Nếu nhiệt độ điểm O không phù hợp điều kiện vệ sinh thì phải tiến hành sấy không khí đến điểm V thoả mãn điều kiện vệ sinh tức là  $t_V = t_T - a$  (xem hình 5.5). Khi đó các điểm V và O xác định như sau:

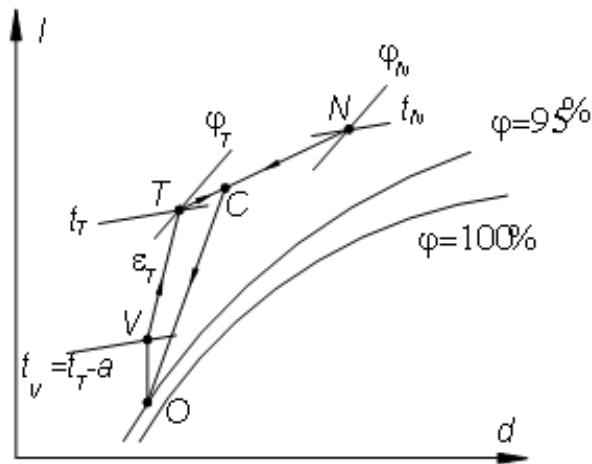


Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- Từ T kẻ đường  $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$  cắt  $t = t_T - a$  tại V;
- Từ V kẻ đường thẳng đứng  $d = \text{const}$  cắt  $\varphi_0 = 0,95$  tại O;
- Các điểm còn lại vẫn giữ nguyên vị trí.

Các thiết bị chính

Để thực hiện sơ đồ điều hoà không khí một cấp hệ thống cần trang bị các thiết bị: Quạt cấp gió, quạt hồi gió, thiết bị xử lý không khí, thiết bị sấy cấp II, hệ thống kênh cấp gió, kênh hồi gió, miệng thổi và miệng hút.



Sơ đồ tuần hoàn 1 cấp khi nhiệt độ  $t_V$  thấp

Xác định năng suất các thiết bị

- Năng suất gió cấp vào phòng:

$$G = \frac{Q_T}{I_T - I_V} = \frac{W_T}{d_T - d_V}, \text{ kg/s} \quad (5-13)$$

- 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:

$$G_N = n \cdot \rho_k \cdot V_k, \text{ kg/s} \quad (5-14)$$

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. Tuy nhiên lưu lượng gió bổ sung không được nhỏ hơn 10%. $G$ . Vì thế khi  $G_N$  tính theo các công thức trên mà nhỏ hơn 10% thì lấy  $G_N = 0,1 \cdot G$ .

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- Lưu lượng gió hồi:

$$G_T = G - G_N, \text{ kg/s} \quad (5-15)$$

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

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

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

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

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

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

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:

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

- 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.

### 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.

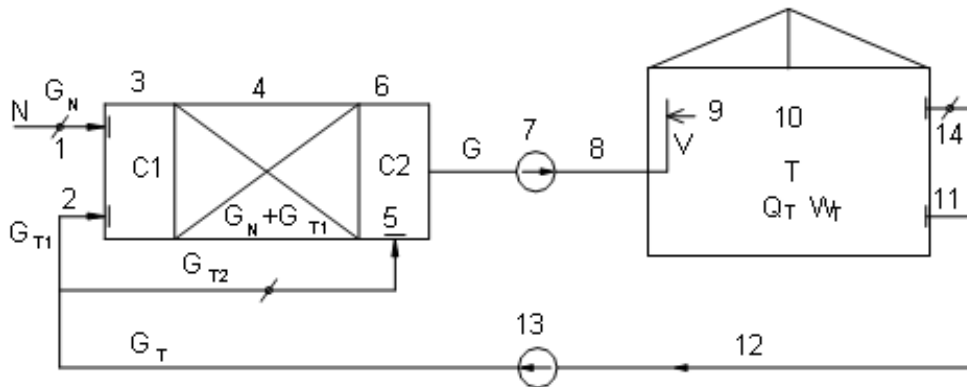
## Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

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.

Sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ thổi vào

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 tự người ta tiến hành hoà trộn không khí sau bộ xử lý với không khí tái tuần hoàn.



Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp có điều chỉnh nhiệt độ

Không khí bên ngoài trời với lưu lượng  $G_N$  và trạng thái  $N(t_N, \varphi_N)$  được lấy qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 vào buồng hoà trộn 3 hoà trộn với không khí hồi có lưu lượng  $G_{T1}$  và trạng thái  $T(t_T, \varphi_T)$  để đạt một trạng thái  $C_1$  nào đó. Hỗn hợp hoà 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 hoà 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.

Xác định các điểm nút trên đồ thị I-d

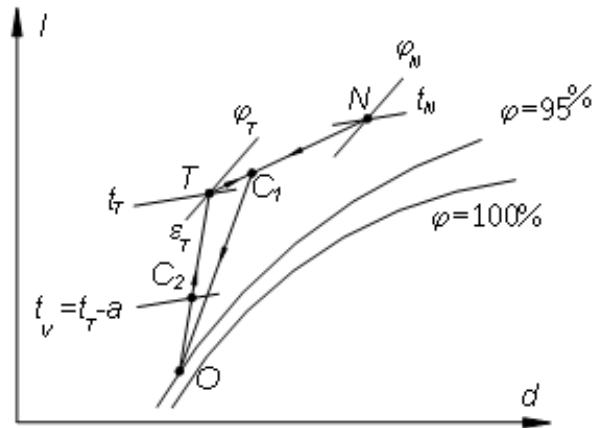
- Các điểm  $N(t_N, \varphi_N)$ ,  $T(t_T, \varphi_T)$  được xác theo các thông số tính toán ban đầu;
- Điểm hoà trộn  $C_2$ : Mục đích của việc hoà trộn là nhằm đảm bảo nhiệt độ không khí khi thổi vào phòng thoả mãn yêu cầu vệ sinh. Hay  $t_{C2} = t_T - a$ . Như vậy điểm  $C_2$  là giao điểm của đường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

## Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

- Điểm  $C_1$  được xác định theo tỉ số hòa trộn:  $G_N/G_{T1} = TC_1/C_1N$ .

### Các thiết bị chính của hệ thống

Để thực hiện sơ đồ điều hoà 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.



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

### 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:

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

- 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,  $C_2$ , O đã được xác định và G đã xác định theo công thức (5-19) nên có thể tính được  $G_{T2}$

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

$$G_{T2} = G \cdot \frac{C_2 O}{T O}, \text{ kg/s} \quad (5-22)$$

- 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:

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

- Năng suất làm khô của thiết bị xử lý:

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

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  $\Delta Q_o = G_{T2} \cdot (I_{C1} - I_o), \text{ kW};$

Lưu lượng gió giảm  $\Delta W_o = G_{T2} \cdot (d_{C1} - d_o), \text{ kg/s};$

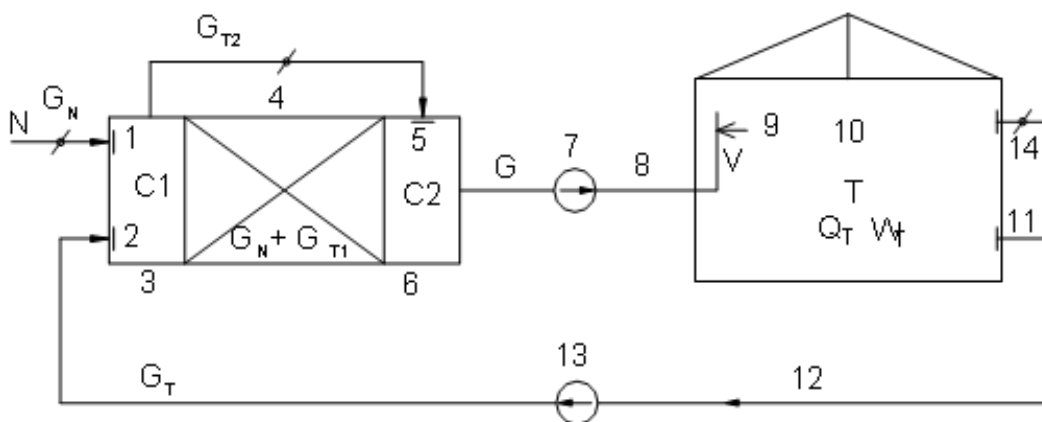
Như vậy ta không cần phải đầu tư hệ thống xử lý không khí quá lớn, cồng kềnh.

- 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.

Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm

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.

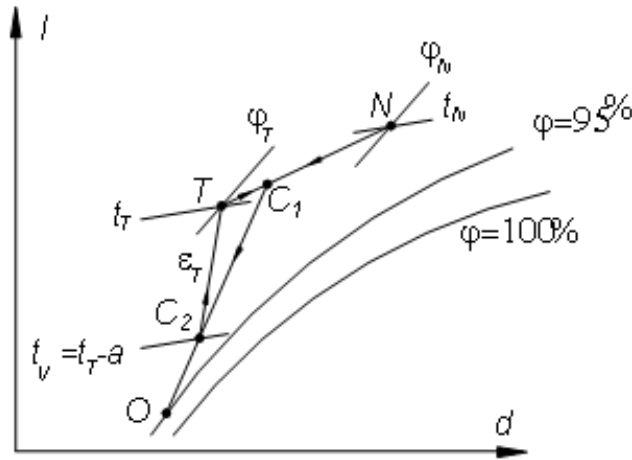


Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm

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.

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  $\epsilon_T = Q_T/W_T$  đi qua  $T$  với  $t_{C2} = t_T - a$ .
- Điểm  $O$  là giao của  $C_1C_2$  với đường  $\varphi_0 = 0,95$ .



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

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:

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

$$\frac{OC_2}{C_2 C_1} = \frac{G_{T2}}{G - G_{T2}}$$
$$G_{T2} = G \cdot \frac{OC_2}{C_1 O}, \quad G_T = G_N \cdot \frac{C_1 N}{TC_1} \quad \text{và} \quad G_{T1} = G_T - G_{T2} = G_N \cdot \frac{C_1 N}{TC_1} - G \cdot \frac{OC_2}{C_1 O}$$

- 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:

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

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;

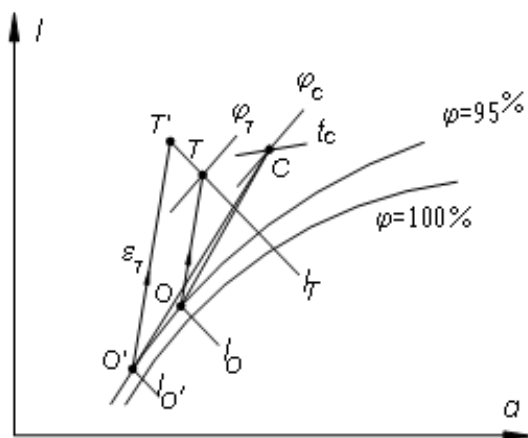
- Hệ thống bắt buộc phải có thêm buồng hòa trộn thứ 2 và hệ thống trích gió đến buồng hòa trộn này nên chi phí đầu tư và vận hành tăng.

**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.





So sánh chu trình có và không có phun ẩm bổ sung

Để không khí trong phòng đạt được trạng thái  $T(t_T, \varphi_T)$  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  $T(t_T, \varphi_T)$  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  $\epsilon_T$  đến  $T'$ , sau đó phun ẩm bổ sung để không khí thay đổi trạng thái đến  $T$ .

- Năng suất gió cung cấp cho phòng:

Thành lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

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

- 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.

### ***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.

### Sơ đồ thẳng mùa Đông

#### Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động

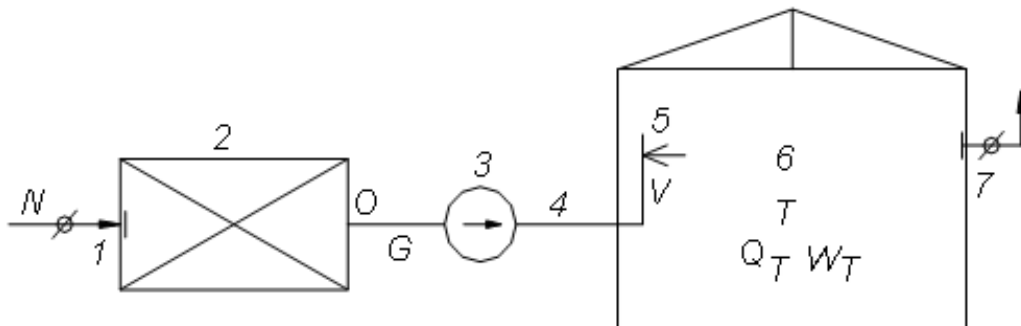
Trên hình 5-11 là sơ đồ nguyên lý hệ thống xử lý không khí mùa Đông. Sơ đồ này tương tự sơ đồ mùa Hè. Điểm khác duy nhất trong sơ đồ mùa Đông là thay vì sử dụng thiết bị xử lý lạnh không khí 2 ở đây sử dụng thiết bị sưởi.

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.

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;

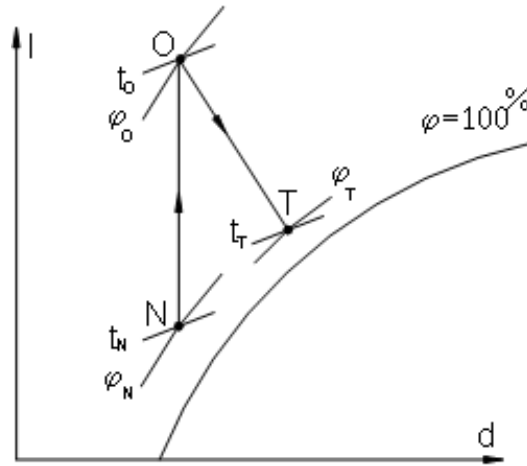
- Điểm O là giao của đường  $\varepsilon = \varepsilon_T = Q_T/W_T$  đi qua T với đường đẳng dung ẩm qua điểm N. Cần lưu ý rằng đối với sơ đồ mùa đông thì  $Q_T < 0$  và  $W_T > 0$  vì vậy quá trình OT là quá trình tăng ẩm, giảm nhiệt. Hệ số góc tia quá trình có giá trị âm  $\varepsilon < 0$ .



Sơ đồ thẳng mùa đông

### 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.



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

### 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:

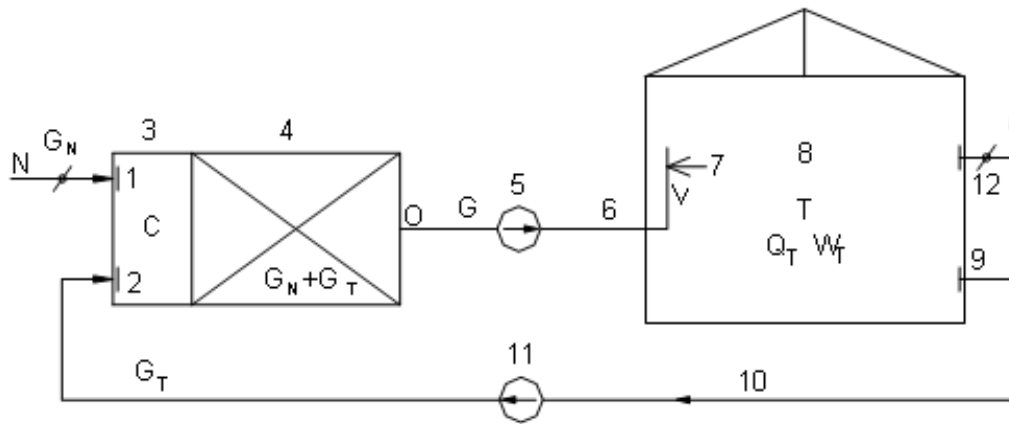
$$Q_{s1} = G \cdot (I_o - I_N) = |Q_T| \frac{I_o - I_N}{I_o - I_T}, \text{ kW} \quad (5-37)$$

### 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.

### Sơ đồ tuần hoàn một cấp mùa Đông

Sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc hoạt động



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 thải ra bên ngoài qua cửa thải 12 phần lớn được hồi trở lại trước buồng hoà trộn.

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.

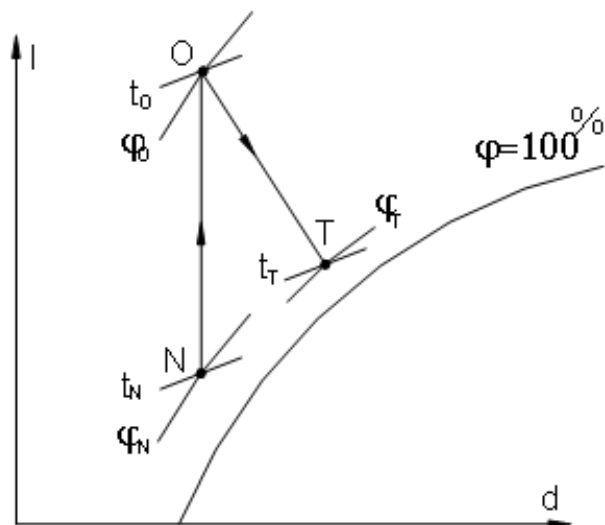
- Điểm C được xác định theo tỷ lệ hoà trộn như sau:

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

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

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.



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

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

$$Q_{s1} = G \cdot (I_o - I_c) = |Q_T| \frac{I_o - I_c}{I_o - I_T}, \text{ kW} \quad (5-39)$$

Ưu nhược điểm của sơ đồ

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