

# CHƯƠNG IV: XỬ LÝ NHIỆT ẨM KHÔNG KHÍ

## 4.1 CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NHIỆT ẨM KHÔNG KHÍ

### 4.1.1 Khái niệm về xử lý nhiệt ẩm không khí

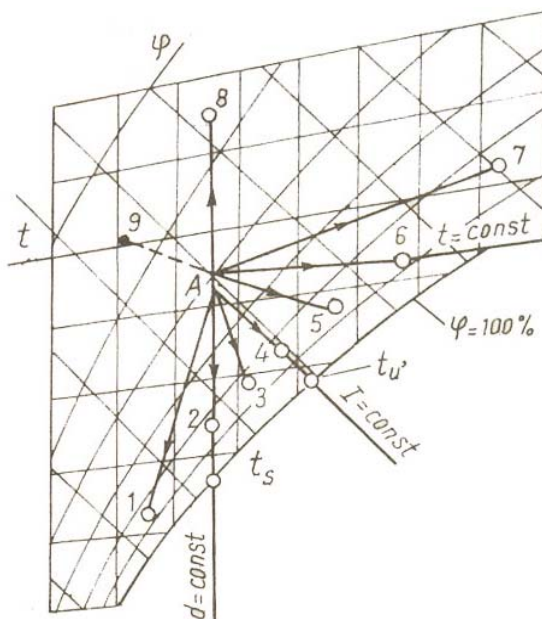
Bản chất của quá trình điều hoà không khí là tạo ra và duy trì các thông số vi khí hậu của không khí trong phòng bằng cách thổi vào phòng không khí sạch đã qua xử lý. Quá trình xử lý không khí của hệ thống bao gồm xử lý tất cả các mặt, cụ thể như sau:

- Xử lý về nhiệt độ: Làm lạnh hoặc gia nhiệt;
- Xử lý độ ẩm: Làm ẩm hoặc làm khô;
- Khử bụi trong không khí;
- Khử các chất độc hại;
- Khử khí CO<sub>2</sub> và bổ sung O<sub>2</sub>;
- Đảm bảo tốc độ lưu động không khí trong phòng ở mức cho phép;
- Đảm bảo độ ồn trong phòng dưới độ ồn cho phép.

Trong các nhân tố trên, hai yếu tố đầu là nhiệt và ẩm rất quan trọng, nó có ảnh hưởng nhiều đến trạng thái của không khí, nên trong chương này chỉ tập trung nghiên cứu 2 nhân tố đó. Các nhân tố còn lại sẽ được nghiên cứu ở các chương sau này, trong phần thông gió, lọc bụi và tiêu âm.

### 4.1.2 Các quá trình xử lý nhiệt ẩm trên đồ thị I-d

Bây giờ ta xét xem trên đồ thị I-d có thể có các quá trình xử lý không khí như thế nào, đặc điểm và tên gọi của các quá trình đó.



**Hình 4.1** Các quá trình xử lý nhiệt ẩm trên đồ thị I-d

Trên đồ thị I-d điểm A là trạng thái không khí ban đầu trước khi chưa xử lý. Các điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 là trạng thái cuối quá trình xử lý không khí. Bây giờ ta hãy xét đặc điểm, tên gọi và các thiết bị, phương pháp có khả năng xử lý không khí theo quá trình đó.

- *Xét quá trình A1* : Đây là quá trình mà dung ẩm giảm, nhiệt độ giảm và entanpi của không khí cũng giảm, tức:  $\Delta d = d_1 - d_A < 0$ ,  $\Delta I < 0$  và  $\Delta t < 0$ .

Có thể gọi quá trình này là *quá trình làm lạnh, làm khô*. Để xử lý không khí theo quá trình A1 có thể sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bề mặt hoặc ở thiết bị buồng phun có nhiệt độ bề mặt và nước phun thấp hơn nhiệt độ đọng sương  $t_s$  của trạng thái A. Khi không khí tiếp xúc với dàn lạnh hoặc các giọt nước lạnh, nó sẽ nhả nhiệt, đồng thời các giọt hơi ẩm trong không khí ngưng kết lại trên bề mặt thiết bị trao đổi nhiệt hoặc trên bề mặt giọt nước. Kết quả lượng ẩm trong không khí giảm hay nói cách khác dung ẩm giảm.

- *Xét quá trình A2* : Quá trình A2 có dung ẩm không đổi, nhiệt độ và entanpi giảm,  $\Delta d = d_A - d_2 = 0$ ,  $\Delta I < 0$  và  $\Delta t < 0$ , hệ số góc tia quá trình  $\varepsilon = -\infty$ . Nó được gọi là *quá trình làm lạnh đẳng dung ẩm*. Quá trình này có thể thực hiện ở dàn trao đổi nhiệt kiểu bề mặt có nhiệt độ bề mặt lớn hơn nhiệt độ đọng sương  $t_s$  nhưng nhỏ hơn nhiệt độ trạng thái A:  $t_s < t_w < t_A$

- *Quá trình A3* : Dung ẩm tăng, nhiệt độ và entanpi giảm,  $\Delta d > 0$ ,  $\Delta I < 0$  và  $\Delta t < 0$ . Quá trình A3 gọi là *quá trình tăng ẩm, giảm nhiệt*. Nó chỉ có thể thực hiện ở thiết bị buồng phun, nếu thiết bị làm lạnh kiểu bề mặt thì phải tiến hành phun ẩm bổ sung.

- *Quá trình A4* : Dung ẩm tăng, entanpi không đổi và nhiệt độ giảm,  $\Delta d > 0$ ,  $\Delta I = 0$  và  $\Delta t < 0$ . Quá trình gọi là *tăng ẩm đoạn nhiệt (bay hơi đoạn nhiệt)*. Quá trình A4 có  $\varepsilon = 0$ . Để xử lý không khí theo quá trình này chỉ cần cho bay hơi nước vào không khí là được.

- *Quá trình A5* : Dung ẩm tăng, entanpi tăng và nhiệt độ vẫn giảm,  $\Delta d > 0$ ,  $\Delta I > 0$ ,  $\Delta t < 0$ . Hệ số góc tia quá trình  $\varepsilon$  có giá trị dương. Quá trình A5 gọi là *quá trình tăng ẩm, tăng nhiệt, nhiệt độ giảm*. Quá trình này cũng được xử lý bằng nước phun có nhiệt độ cao.

- *Quá trình A6* : Dung ẩm tăng, entanpi tăng và nhiệt độ không đổi  $\Delta d > 0$ ,  $\Delta I > 0$ ,  $\Delta t = 0$ . Quá trình A6 có hệ số góc tia  $\varepsilon = r_o \approx 2500 \text{ kJ/kg} \approx 600 \text{ kCal/kg}$ . Quá trình A6 gọi là *quá trình tăng ẩm, tăng nhiệt, đẳng nhiệt*.

- *Quá trình A7* : Dung ẩm, entanpi và nhiệt độ đều tăng,  $\Delta d > 0$ ,  $\Delta I > 0$ ,  $\Delta t > 0$ . Đó là quá trình tăng ẩm, tăng nhiệt, nhiệt độ tăng.

- *Quá trình A8* : Dung ẩm không đổi, nhiệt độ và entanpi tăng,  $\Delta d = 0$ ,  $\Delta I > 0$ ,  $\Delta t > 0$ . Đó là quá trình gia nhiệt đẳng dung ẩm. Quá trình này có thể thực hiện ở thiết bị gia nhiệt kiểu bề mặt.

- *Quá trình A9* : Dung ẩm giảm, nhiệt độ và entanpi tăng,  $\Delta d < 0$ ,  $\Delta I > 0$ ,  $\Delta t > 0$ . Đó là quá trình tăng nhiệt giảm ẩm.

Cần chú ý là các quá trình A1, A3, A5 và A7 chỉ vẽ tượng trưng, thực ra mỗi quá trình như vậy có thể quét trên một miền khá rộng. Chẳng hạn quá trình A3 quét từ tia A2 đến tia A4.

Trong đó ta cần lưu ý:

- Các quá trình từ A1 - A7 thực hiện ở thiết bị trao đổi nhiệt kiểu hỗn hợp (giữa nước và không khí)
- Quá trình A1, A2 thực hiện ở thiết bị trao đổi nhiệt bề mặt nhiệt độ thấp.
- Quá trình A8 thực hiện ở thiết bị trao đổi nhiệt bề mặt nhiệt độ cao.
- Quá trình A9 : Thực hiện trong điều kiện đặc biệt khi dùng hóa chất hút ẩm kèm thiết bị gia nhiệt.

Tất cả các quá trình trên đây đều đã được lý tưởng hoá, thực tế các quá trình xử lý không khí thực tế có thể không biến đổi theo dạng đường thẳng mà thường thay đổi theo những đường cong nhất định tùy thuộc nhiều yếu tố, chẳng hạn như chiều chuyển động tương đối giữa không khí và tác nhân xử lý lạnh.

## 4.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÔNG KHÍ

### 4.2.1 Làm lạnh không khí.

#### 4.2.1.1 Làm lạnh bằng dàn ống có cánh.

Trong kỹ thuật điều hòa không khí người ta sử dụng phổ biến các thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bề mặt để làm lạnh không khí.

Về cấu tạo: Phổ biến nhất là dàn trao đổi nhiệt kiểu ống đồng cánh nhôm. Không khí chuyển động bên ngoài dàn trao đổi nhiệt. Bên trong có thể là nước lạnh (chất tải lạnh) hoặc chính môi chất lạnh bay hơi.

Không khí khi chuyển động qua dàn một mặt được làm lạnh mặt khác một phần hơi nước có thể ngưng tụ trên bề mặt trao đổi nhiệt và chảy xuống máng hứng nước ngưng. Vì thế trên đồ thị I-d quá trình biến đổi trạng thái của không khí sẽ theo quá trình A1 hay là quá trình làm lạnh làm khô. Khi nhiệt độ bề mặt lớn hơn  $t_s$  thì quá trình diễn ra theo đường A2, làm lạnh đẳng dung ẩm.

Hầu hết các máy điều hoà trong đời sống sử dụng thiết bị làm lạnh kiểu bề mặt.



*Hình 4.1. Các kiểu loại dàn lạnh không khí*

#### 4.2.1.2. Làm lạnh bằng nước phun đã xử lý.

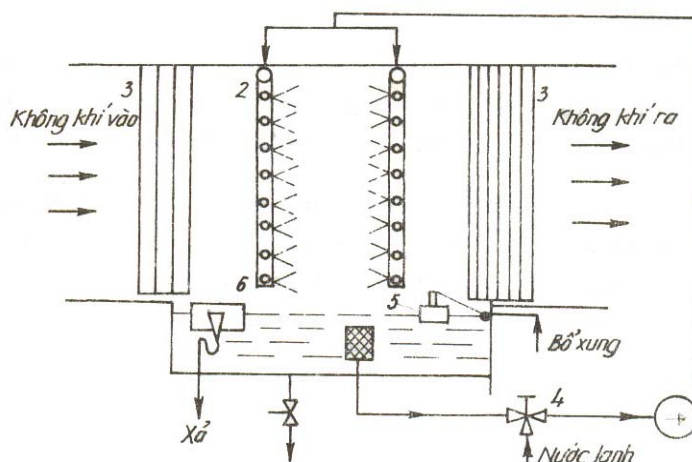
Người ta có thể làm lạnh không khí thông qua thiết bị trao đổi nhiệt kiểu hỗn hợp, trong đó người ta cho phun nước lạnh đã xử lý tiếp xúc trực tiếp với không khí để làm lạnh. Thiết bị này còn được gọi là thiết bị buồng phun.

Không khí khi qua buồng phun nhiệt độ giảm còn dung ẩm có thể tăng, không đổi hoặc giảm tùy thuộc vào nhiệt độ của nước phun. Khi nhiệt độ nước phun nhỏ hơn nhiệt độ không khí sẽ ngưng tụ trên bề mặt các giọt nước và làm giảm dung ẩm. Như vậy có thể điều chỉnh dung ẩm của không khí thông qua điều chỉnh nhiệt độ nước phun.

Trong thiết bị buồng phun, nước được phun thành những giọt nhỏ li ti nhờ các vòi phun. Do các giọt nước rất nhỏ nên diện tích tiếp xúc cực kỳ lớn, tuy nhiên ở trong buồng phun thời gian tiếp xúc giữa không khí với nước rất nhỏ, nên hiệu quả trao đổi nhiệt ẩm ít nhiều cũng bị hạn chế.

Để tăng diện tích tiếp xúc, người ta có thể tạo màng nước trên các bề mặt rắn. Hiệu quả của phương pháp này cũng tương tự kiểu phun.

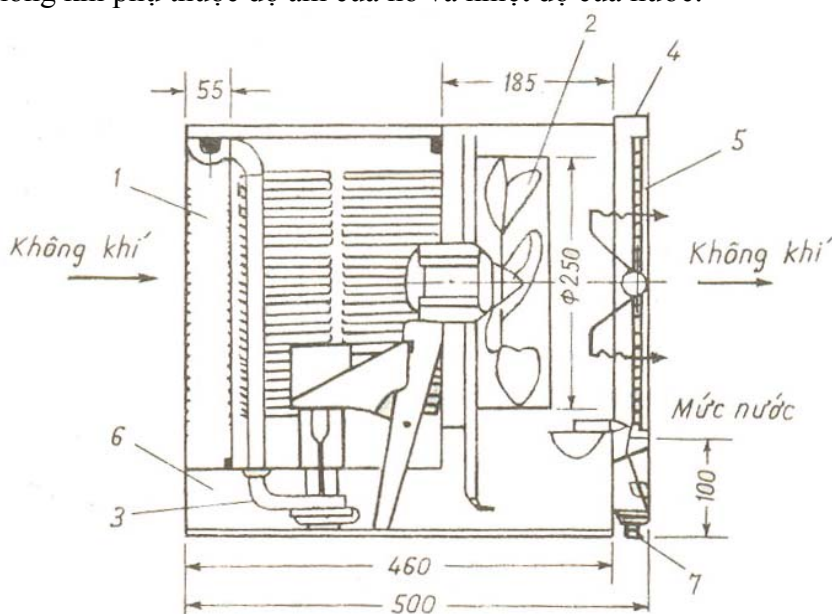
Thiết bị buồng phun được sử dụng nhiều trong công nghiệp dệt và nhiều ngành khác, đòi hỏi không chế độ ẩm theo những chương trình khắt khe.



**Hình 4.2. Buồng xử lạnh không khí**

#### 4.2.1.3. Làm lạnh bằng nước tự nhiên

Làm mát bằng nước lạnh chi phí khác cao cho việc làm lạnh nước. Trong những trường hợp khi yêu cầu nhiệt độ không khí cần làm lạnh không thấp quá, có thể dùng nước tự nhiên, chưa qua làm lạnh và cho bay hơi vào trong không khí để giảm nhiệt độ của nó. Mức độ làm lạnh không khí phụ thuộc độ ẩm của nó và nhiệt độ của nước.



**Hình 4.3. Quạt nước**

- 1- Lớp vật liệu xốp mao dẫn; 2- Quạt gió; 3- Bơm nước; 4,5- Mặt trước;  
6 Máng hứng nước; 7- Van phao khống chế mức nước

Hiện nay ở thị trường có bán rất nhiều loại quạt nước, các loại quạt này đều có nguyên lý làm việc tương tự nhau là cho nước bay hơi vào không khí khi chuyển động qua quạt. Trên hình 4.3 là một kiểu quạt nước. Nước được một bơm nhỏ bơm lên phía trên và cho chảy qua một lớp vật liệu xốp mao dẫn. Không khí chuyển động qua lớp mao dẫn được thấm ướt, nước sẽ bay hơi đoạn nhiệt vào không khí làm cho nhiệt độ không khí giảm xuống theo đường đoạn nhiệt A4.

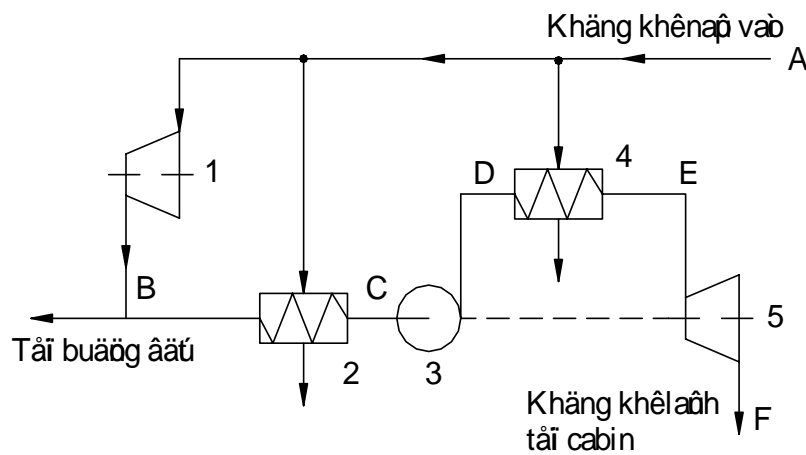
Trong công nghiệp, chẳng hạn ở các xí nghiệp dệt sử dụng các thiết bị buồng phun với nước đã được làm lạnh rất tốn kém. Vì vậy những ngày trời ít nắng và những lúc phụ tải không quá lớn người ta không sử dụng nước lạnh, mà sử dụng nước thường để xử lý không khí. Quá trình xử lý trong trường hợp này cũng diễn ra theo đường A4.

Nhiệt độ không khí được xử lý theo nước thường hạ xuống thấp nhất có thể là bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt.

#### 4.2.1.4. Làm lạnh bằng máy nén - giãn khí.

Để làm lạnh không khí trên các máy bay người ta sử dụng phương pháp nén và giãn nở không khí để đạt được không khí có nhiệt độ thấp. Nhờ có sẵn máy nén tua bin có thể sử dụng để nén khí, không phải trang bị thêm máy nén, nên thường hay được sử dụng.

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống được trình bày trên hình 4.4. Trong thiết bị này người ta tiến hành nén và làm mát trung gian 2 lần trước khi đưa vào máy giãn nở để hạ nhiệt độ.

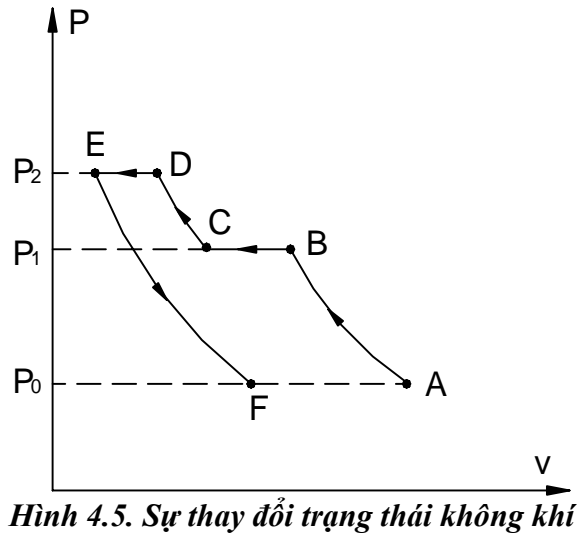


**Hình 4.4. Hệ thống thiết bị làm lạnh không khí trên máy bay**

1- Máy nén tua bin; 2,4- Thiết bị làm mát; 3- Máy nén ly tâm; 5- Tua bin giãn nở  
Quá trình thay đổi trạng thái của không khí được trình bày trên hình 4.4.

Quá trình làm việc của hệ thống như sau: Không khí nạp bên ngoài được máy nén tua bin, một mặt được đưa đến buồng đốt để đốt nhiên liệu cho động cơ máy bay, một phần còn lại được đưa đến thiết bị làm mát cấp 1, ở đây khí nén được làm mát bằng không khí bên ngoài trời. Sau đó không khí nén được đưa đến máy nén ly tâm để nén cấp 2 nén đến áp suất cao hơn, rồi tiếp tục được đưa đến thiết bị làm mát cấp 2. Không khí nén sau làm mát cấp 2 được đưa đến tua bin, thực hiện quá trình giãn nở đoạn nhiệt, để áp suất và nhiệt độ giảm xuống (khoảng 10°C). Không khí lạnh được đưa vào cabin. Tua bin được nối đồng trục với máy nén cấp 2 để tận dụng cơ năng do khí nén giãn nở sinh ra.

Hệ thống làm mát máy bay bằng máy nén - giãn nở như vậy thường chỉ được sử dụng khi máy bay dừng. Khi máy bay đang hoạt động trên cao, có thể trích không khí bên ngoài vào để điều hoà nhiệt độ trong khoang máy bay, vì ở trên cao, không khí bên ngoài khá lạnh.



## 4.2.2. Gia nhiệt không khí.

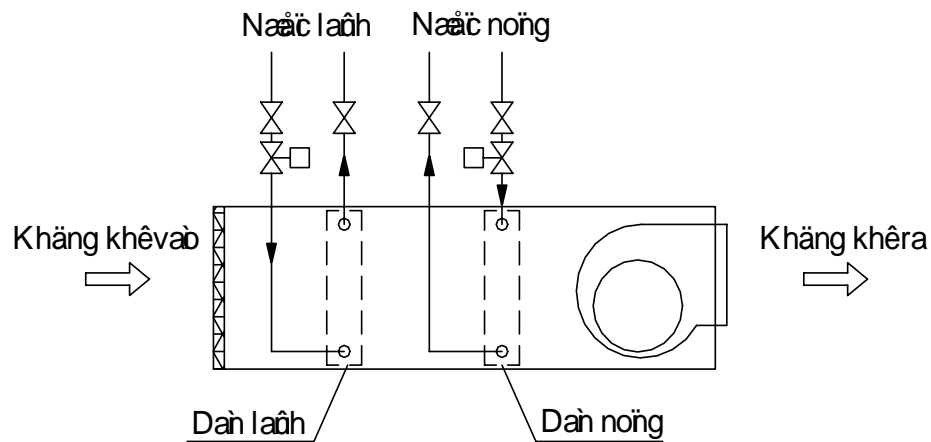
### 4.2.2.1. Gia nhiệt bằng dàn ống có cánh sử dụng nước nóng

Trong kỹ thuật điều hòa không khí người ta có thể thực hiện gia nhiệt cho không khí bằng thiết bị trao đổi nhiệt bề mặt sử dụng nước hoặc hơi nước nóng. Thường đó là dàn ống có cánh, không khí chuyển động cưỡng bức bên ngoài ngang qua dàn ống, nước hoặc hơi nước chuyển động bên trong.

Ở các nước châu Âu nhu cầu sưởi nóng về mùa Đông là bắt buộc đối với mọi nhà. Trong nhà thường trang bị các bộ gia nhiệt kiểu bề mặt sử dụng hơi nước dẫn từ các trung tâm nhiệt điện đến.

Ở các nước về mùa Đông nhiệt độ không quá lạnh, chẳng hạn như nước ta thì việc sưởi ấm chỉ thực hiện ở các công trình đặc biệt, mà không phải bắt buộc đối với toàn dân. Việc sưởi ấm thực hiện từ các nguồn cấp nhiệt cục bộ.

Thiết bị gia nhiệt sử dụng nước nóng hoặc hơi từ nguồn cấp nước nóng cục bộ. Ví dụ một số khách sạn cao cấp ở nước ta có trang bị các lò hơi cấp hơi nóng cho các bộ gia nhiệt kiểu bề mặt đặt ở các phòng để sưởi ấm về mùa Đông. Ở đây bộ xử lý không khí của hệ thống thường có 02 dàn trao đổi nhiệt : một dàn sử dụng nước nóng, dàn kia nước lạnh và chung làm việc không đồng thời.



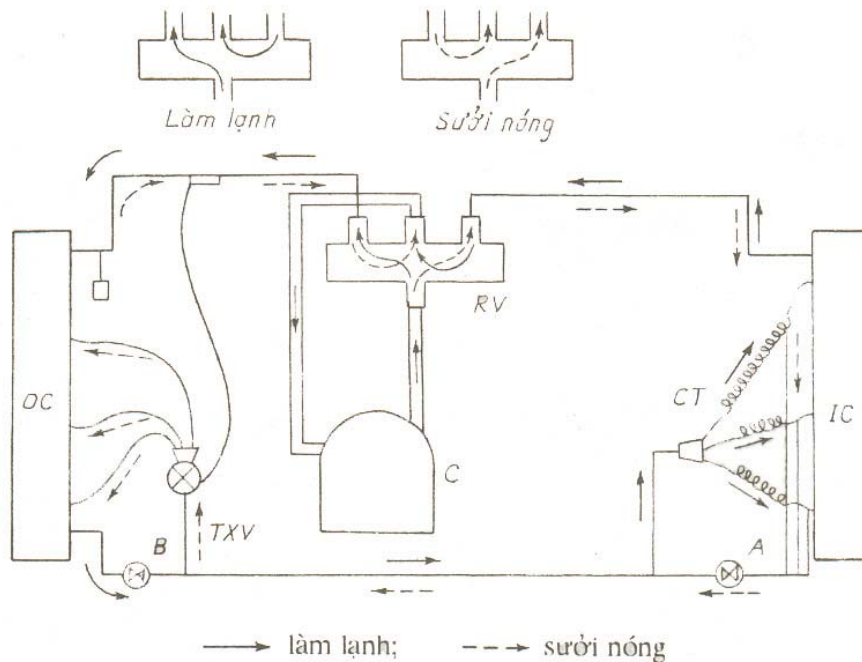
**Hình 4.6. Bố trí các dàn xử lý không khí**

Nước nóng được cấp từ lò cấp nước nóng cục bộ của công trình.

Trên đồ thị I-d trạng thái không khí sẽ biến đổi theo quá trình A8: Tăng nhiệt đẳng dung ẩm.

#### 4.2.2.2. Gia nhiệt bằng dàn ống có cánh sử dụng gas nóng

Một biện pháp khác cũng hay được sử dụng là dùng các máy lạnh 2 chiều. Trong các máy này về mùa Đông nhờ hệ thống van đảo chiều hoán đổi chức năng của dàn nóng và dàn lạnh, nhờ vậy không khí thổi vào phòng là không khí nóng của dàn nóng. Như vậy trong trường hợp này không khí cũng được gia nhiệt bằng dàn ống có cánh sử dụng gas nóng của hệ thống máy lạnh.



**Hình 4.7. Hệ thống van đảo chiều**

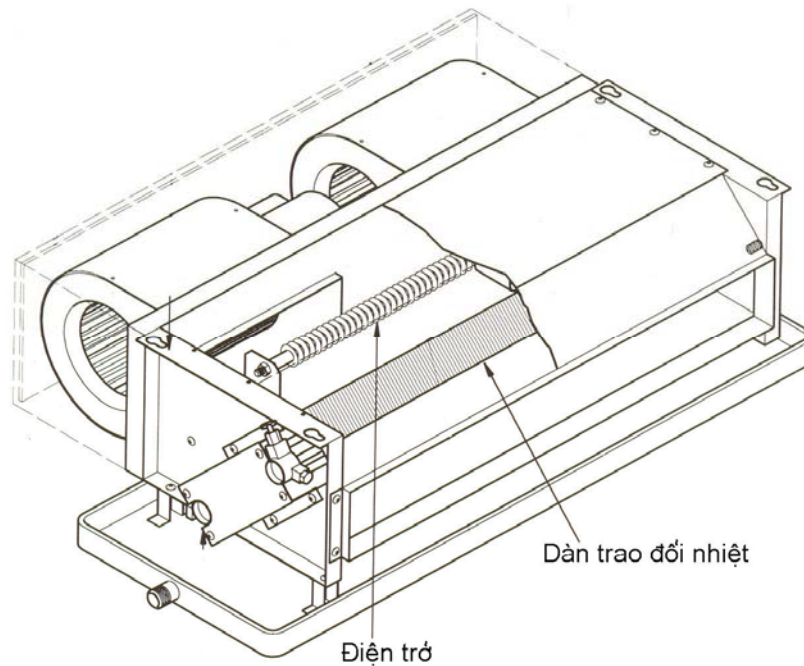
Trên hình 4,7 là sơ đồ nguyên lý làm việc của máy lạnh 2 chiều. Van đảo chiều RV có nhiệm vụ hoán đổi chức năng của các dàn trao đổi nhiệt bên ngoài và bên trong phòng. Về mùa đông dàn trao đổi nhiệt bên trong IC là dàn nóng.

Quá trình thay đổi trạng thái của không khí theo đường A8.

#### 4.2.2.3. Gia nhiệt bằng thanh điện trở.

Người ta có thể thực hiện việc sấy không khí bằng các điện trở thay cho các thiết bị trao đổi nhiệt bề mặt. Thường các dây điện trở được bố trí trên các dàn lạnh của máy điều hòa (hình 4.8). Về mùa Đông máy dùng chạy lạnh, chỉ có quạt và thanh điện trở làm việc. Không khí sau khi chuyển động qua thanh điện trở sẽ được sưởi ấm theo quá trình gia nhiệt đẳng dung ẩm A8.

Việc sử dụng dây điện trở có ưu điểm là gọn nhẹ và chi phí đầu tư thấp. Tuy nhiên chi phí tiền điện (chi phí vận hành) khá lớn và dễ gây cháy, chập điện do các dàn lạnh thường được lắp đặt trên laphông của các công trình, có nhiều vật liệu dễ cháy, nguy hiểm.

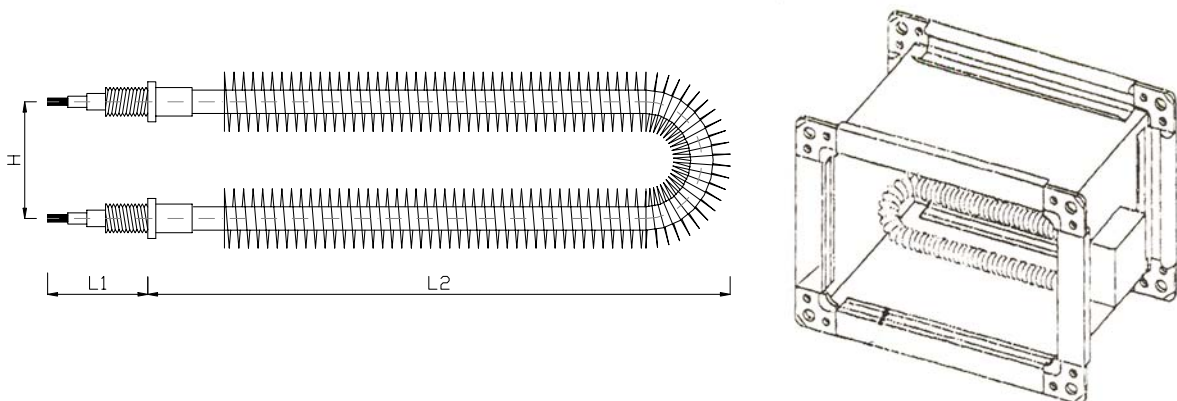


**Hình 4.8. Dàn lạnh có trang bị điện trở**

Cấu tạo của các thanh điện trở thường gồm 3 lớp, bên trong cùng là dây kim loại có điện trở suất lớn, dây được cách nhiệt bằng lớp vật liệu cách nhiệt dạng bột. Ngoài cùng là lớp vỏ kim loại có cánh tản nhiệt lớn.

Thanh điện trở được gắn trực tiếp lên các bộ trao đổi nhiệt và hoạt động không đồng thời với hệ thống lạnh. Khi làm lạnh môi chất (nước lạnh hoặc tác nhân lạnh) đi qua dàn trao đổi nhiệt và không khí làm lạnh.

Một biện pháp khác cũng thường hay được sử dụng là lắp đặt các thanh điện trở trên các đoạn đường ống.



**Hình 4.9. Thanh điện trở và cách lắp trên đường ống**

### 4.2.3. Tăng ẩm cho không khí.

Trong công nghiệp đặc biệt trong công nghiệp dệt, đòi hỏi độ ẩm không khí khá cao. Những mùa hanh khô độ ẩm không khí không đảm bảo yêu cầu, cần phải tăng ẩm (dung ẩm) cho không khí. Để làm điều đó cần cho bay hơi nước vào trong không khí. Có nhiều biện pháp khác nhau, dưới đây là các biện pháp thường được sử dụng.



### 4.2.3.1 Tăng ẩm bằng thiết bị buồng phun.

Buồng phun thường được sử dụng để tăng ẩm cho không khí trong công nghiệp vì lưu lượng đòi hỏi lớn.

Khi phun hơi nước vào trong không khí, thường người ta sử dụng nước tự nhiên (trừ trường hợp cần kết hợp gia nhiệt). Khi phun nước, quá trình xảy ra gần với quá trình bay hơi đoạn nhiệt, trạng thái không khí thay đổi theo đường A4 hoặc A5.

Đặc điểm cơ bản của quá trình này là :

- Lượng hơi ẩm bay hơi vào không khí rất ít so với lượng nước phun.
- Sự thay đổi trạng thái của không khí phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ nước phun.

### 4.2.3.2 Tăng ẩm bằng thiết bị phun ẩm bổ sung.

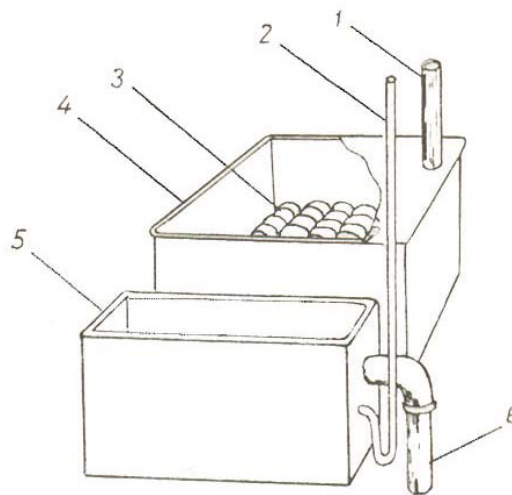
Tăng ẩm bổ sung là hình thức đưa hơi nước trực tiếp vào không gian bên trong gian máy với lượng hơi nước đưa vào thường không lớn lắm. Có nhiều biện pháp tăng ẩm bổ sung cho không khí nhưng có chung đặc điểm là:

- Lượng hơi ẩm đưa vào không lớn lắm
- Làm ẩm cho không khí trong một khoảng không gian hạn chế.
- Khi phun hơi ẩm tuyệt đối không được dư thừa, toàn bộ hơi ẩm phải được khuếch tán vào trong không khí.

Thường người ta sử dụng các thiết bị phun ẩm sau: Hộp hơi phun hơi ẩm bão hoà, thiết bị kiểu kim phun, đĩa quay hoặc khí nén.

**a) Phun nước bão hoà vào không khí nhờ hộp hơi:** Trên hình 4.10 là cấu tạo của hộp hơi phun hơi ẩm bão hoà nhờ điện trở. Thiết bị gồm hộp sinh hơi 4, bên trong có các sợi dây điện trở 3. Khi đốt nóng hơi nước bốc ra theo ống 1 rồi khuếch tán vào không khí. Nước bổ sung được cấp vào ống 2 và chứa trong thùng 5 thông với thùng 4. Ống xả 6 nhằm duy trì mức nước trong các thùng 4 và 5. Trạng thái của không khí sẽ thay đổi theo quá trình đẳng nhiệt  $\varepsilon = r_0$

$$\varepsilon = \frac{\Delta I}{\Delta d} = \frac{r_0 \cdot \Delta d}{\Delta d} = r_0$$



**Hình 4.10. Hộp phun hơi ẩm bão hoà**

Như vậy trạng thái không khí sẽ thay đổi theo đường đẳng nhiệt A6, nghĩa là nhiệt độ không khí sẽ không thay đổi.

Như vậy ta có thể tính toán được trạng thái không khí nếu biết được lượng hơi bay hơi vào không khí. Chẳng hạn hơi nước bão hoà 100°C với lưu lượng 8 kg/h được phun vào không khí ở trạng thái  $t_1=27^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_1=50\%$  (không có hơi ẩm dư thừa) và lưu lượng 1000 kg/h. Nếu hơi

khuyếch tán đều vào không khí thì lượng ẩm tăng là  $\Delta d = \frac{8}{1000} = 8\text{g/kg}$ , trạng thái không

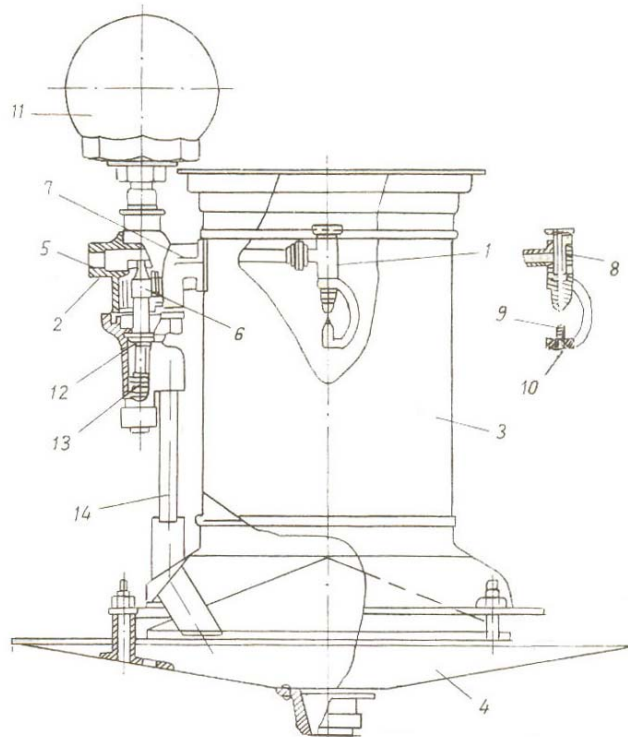
khí sau khi tăng ẩm là:  $d_2=19\text{ g/kg}$ ,  $\varphi_2=85\%$  và  $t_2=27^\circ\text{C}$

**b). Phun nước cho bay hơi đoạn nhiệt vào không khí**

Yêu cầu cơ bản của phun ẩm bổ sung là hơi phun phải mịn để khuyếch tán hoàn toàn vào trong không khí không được dư thừa. Quá trình bay hơi nước vào không khí được thực hiện đoạn nhiệt, tức  $\varepsilon=0$ . Thường người ta sử dụng các thiết bị như sau: vòi phun và đĩa quay.

- *Dùng vòi phun với bơm*: Trên hình 4.11 là thiết bị vòi phun với bơm. Nước có áp suất cao 9÷90 bar từ bơm đi vào ống dẫn 5 qua bộ lọc 2, trong đó có lưới lọc 6 dạng hình trụ, sau đó theo ống dẫn 7 vào vòi phun 1. Bên trong vòi phun cũng có lưới lọc bằng đồng để tiếp tục lọc nước. Nước sạch qua ống 8 có đầu phun nhỏ để tăng tốc, ra khỏi vòi phun, nước phun vào kim 9 đặt cách lỗ một khoảng nhất định và có thể điều chỉnh được nhờ vít 10. Sau khi va đập mạnh vào kim 9 nước bị xé toạt thành màn bụi dạng nóng. Các hạt bụi khuyếch tán vào trong không khí, các hạt lớn một phần đập vào vỏ 3 để tiếp tục bị làm toạt và bay hơi tiếp, phần còn lại (98%) rơi xuống phễu 4 có đáy thông với đường thu hồi về bơm.

Sau một thời gian làm việc cần xả bẩn trong các lưới lọc và thổi thông đầu mũi phun. Muốn vậy người ta sử dụng khí nén. Khi ngừng phun, lò xo ép van 12 lên, mở thông đường khí nén từ bầu 11 với đường xả 14, khí nén sẽ cuốn nước cùng cặn bẩn bám trên lưới đưa vào phễu 4.



**Hình 4.11. Vòi phun hơi nước**

Năng suất làm ẩm của thiết bị là 7 kg/h và lượng nước phun mỗi giờ là 350 l, tiêu hao năng lượng là 20W cho mỗi kilôgam hơi ẩm.

Thiết bị phun ẩm kiểu vòi phun tuy có ưu điểm là tiêu hao điện năng ít, nhưng ít được sử dụng do lỗ phun khá nhỏ hay bị tắc, nước dễ chảy ra nền nhà, vận hành phức tạp.

- *Phun ẩm bằng thiết bị đĩa quay*: Cấu tạo của thiết bị được đưa ra trên hình 4.12. Thiết bị gồm có đĩa 2 được gắn với trục quay dẫn động nhờ động cơ 1 quay với tốc độ rất cao 2850 vòng/phút, chao 5 trên có gắn các cánh tĩnh 4 và lá chắn 11, quạt gió 6 và vỏ 10 lắp đồng trục với đĩa 2.

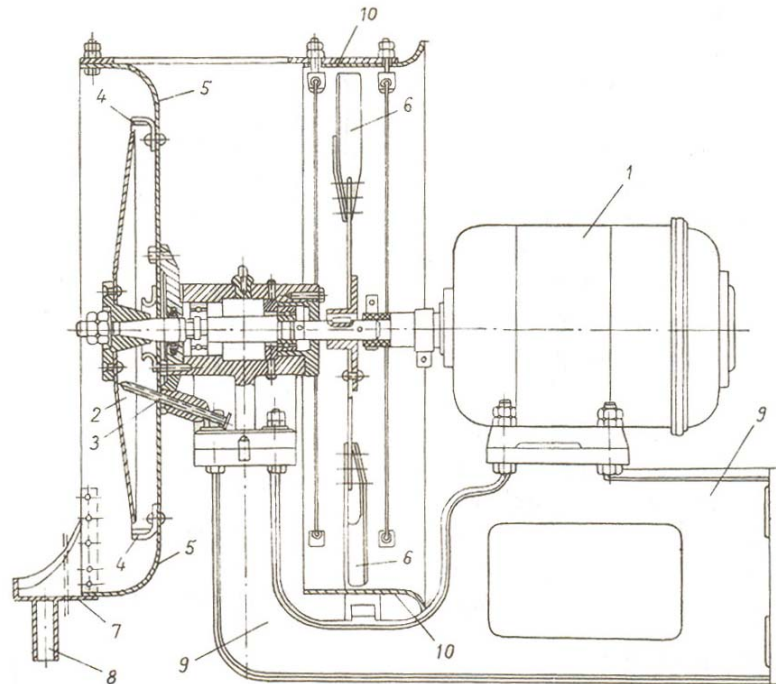
Nguyên lý làm việc của thiết bị như sau: Nước từ ống dẫn 3 được tưới lên bề mặt bên trong của đĩa 2. Khi đĩa quay, nhờ lực ly tâm các giọt nước văng ra và đập lên các cánh tĩnh 4 và được xé toạt. Nhờ quạt 6 các giọt nước được thổi vào không khí trong gian máy và khuyếch

tán hết. Các giọt nước lớn bị lá chắn 11 cản lại, rơi xuống phần dưới của chao 5, theo ống 8 về bơm.

Năng suất làm ẩm của thiết bị khoảng 10 kg/h, lưu lượng nước cung cấp 90 l/h, tiêu hao điện năng là 51W cho mỗi kilôgam hơi ẩm. Như vậy so với thiết bị phun kiểu vòi phun thiết bị đĩa quay tiêu hao ít nước hơn nhiều, nhưng chi phí điện năng khá lớn.

Ưu điểm của thiết bị là đơn giản, dễ chế tạo, dễ vận hành, ít trục trặc do tắc nước. Vì vậy nó thường hay được sử dụng trong các xí nghiệp công nghiệp.

Nhược điểm là vẫn còn lượng hơi nước dư thừa nên có khả năng làm ướt nền nhà., thiết bị khá cồng kềnh, các chi tiết dễ bị hoen rỉ.



**Hình 4.12. Thiết bị phun ẩm kiểu đĩa quay**

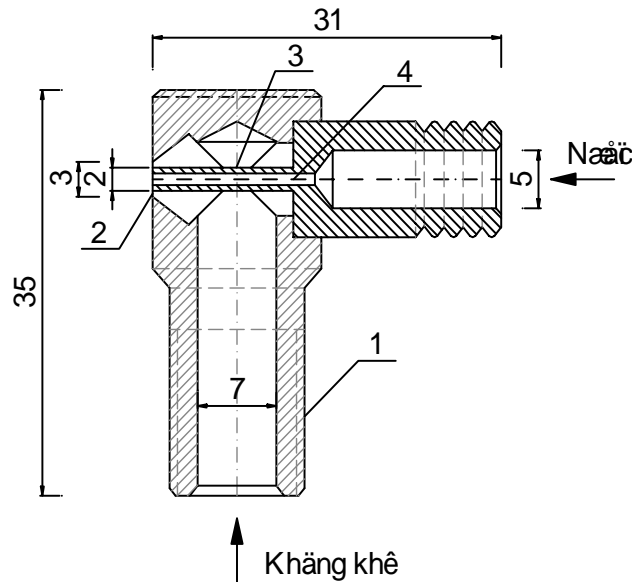
- *Phun ẩm bằng thiết bị khí nén*: Trên hình 4.13 là thiết bị phun ẩm kiểu khí nén.

Nguyên lý làm việc của thiết bị như sau: Không khí có áp suất 2 bar được cấp từ hệ thống khí nén theo ống dẫn 1 chuyển động vào bọc quanh ống 3 và thoát ra lỗ phun hẹp 5. Khi thoát ra khỏi lỗ phun khí nén cuốn theo một lượng hơi nước và xé toai thành bụi và khuếch tán vào không khí.

Nước được cung cấp từ một bình chứa, nhờ áp suất của khí nén đưa vào thùng. Do đó khi ngừng cấp khí nén thì nước cũng ngừng chảy vào ống phun.

Năng suất làm ẩm của mỗi ống phun là 2,7 kg/h; lượng khí nén tiêu hao cho mỗi ống khoảng 4 m<sup>3</sup>/h; điện năng tiêu hao là 190W cho mỗi ống phun (khoảng 70w cho mỗi kilôgam hơi ẩm).

Mặc dù tiêu hao nhiều điện năng và phải có hệ thống khí nén nhưng thiết bị phun ẩm bổ sung kiểu này vẫn hay được sử dụng vì cấu tạo rất gọn, độ tin cậy cao, dễ tự động, không có lượng nước dư thừa.



**Hình 4.13. Thiết bị phun ẩm kiểu khí nén**

#### 4.2.4 Làm khô (giảm ẩm) cho không khí.

Trong đời sống và công nghiệp, nhiều lúc đòi hỏi giảm độ ẩm của không khí, chẳng hạn như trong một số phân xưởng chế tạo các thiết bị đặc biệt đòi hỏi độ ẩm nhỏ. Ví dụ chế tạo máy biến áp, linh kiện điện tử vv. . . Giảm ẩm cho không khí là quá trình rút một phần hơi ẩm trong không khí nhằm giảm độ ẩm (dung ẩm) cho nó. Quá trình đó thường được thực hiện bằng cách ngưng kết hơi nước trên các bề mặt nhiệt độ thấp hoặc nhờ các loại hoá chất đặc biệt.

##### 4.2.4.1 Làm khô bằng dàn lạnh.

Quá trình làm lạnh không khí thường kèm theo làm khô nó, do hơi ẩm trong không khí ngưng kết lại trên bề mặt của thiết bị. Tuy nhiên không phải bao giờ làm lạnh cũng kèm theo làm khô, điều kiện để diễn ra ngưng kết hơi ẩm là nhiệt độ bề mặt của dàn lạnh phải nhỏ hơn nhiệt độ đọng sương của không khí. Thông thường điều kiện đó luôn luôn thoả mãn do nhiệt độ của các tác nhân lạnh bên trong rất thấp.

Quá trình làm khô bằng dàn lạnh diễn ra theo quá trình A1.

Thường nhu cầu giảm ẩm ít có nhu cầu trên thực tế, quá trình này thường được diễn ra kèm theo quá trình làm lạnh.

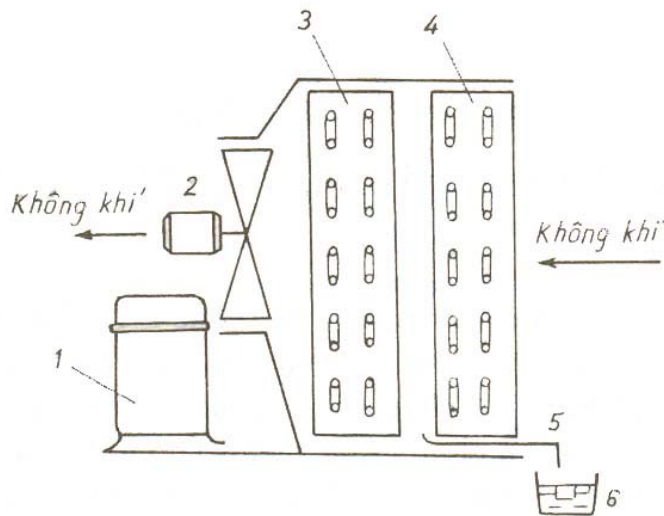
##### 4.2.4.2 Làm khô bằng thiết bị bùong phun.

Trong công nghiệp ta có thể thực hiện việc giảm ẩm bằng thiết bị bùong phun. Khi phun nước lạnh có nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ điểm sương của không khí thì một phần hơi ẩm trong không khí sẽ ngưng tụ lại trên bề mặt của các giọt nước. Như vậy một giọt nước phun óng vai trò như những bề mặt ngưng kết làm tích tụ nước và tăng khối lượng các giọt nước. Tuy nhiên đây là một quá trình phức tạp nên rất khó khống chế và điều khiển.

##### 4.2.4.3 Làm khô bằng máy hút ẩm.

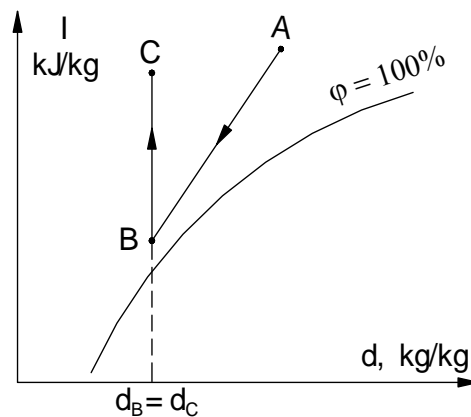
Người ta có thể thực hiện việc giảm ẩm trong một không gian bằng máy hút ẩm. Máy hút ẩm có các thiết bị như một máy điều hoà dạng cửa sổ, nhưng các dàn nóng và dàn lạnh được bố trí khác đi. Trong máy hút ẩm không khí vào một đầu và ra đầu kia sau khi chuyển động qua dàn lạnh và dàn nóng.

Quá trình thực hiện như sau: Không khí được quạt 2 hút đưa qua dàn lạnh 4. Ở đây thực hiện quá trình làm lạnh, làm khô A1, hơn ẩm trong không khí ngưng kết một phần rơi xuống máng 5 và chảy ra bể hứng 6. Sau đó không khí được dẫn đến dàn ngưng 3, thực hiện quá trình gia nhiệt đẳng dung ẩm, làm cho độ ẩm tương đối giảm xuống, đồng thời tăng nhiệt độ của không khí lên nhiệt độ định sẵn.



**Hình 4.14. Thiết bị hút ẩm**

Các máy hút ẩm thường được đặt trong các phòng yêu cầu đặc biệt hoặc trong các nhà kho chứa các sản phẩm đặc biệt.



**Hình 4.15. Quá trình thay đổi trạng thái không khí ở máy hút ẩm**

Quá trình thay đổi trạng thái của không khí diễn ra theo 2 giai đoạn: Quá trình làm lạnh làm khô AB ở dàn lạnh và quá trình gia nhiệt đẳng dung ẩm BC ở dàn ngưng (hình 4-15).

#### 4.2.4.4 Làm khô bằng hóa chất.

Trong một số trường hợp nhất định người ta có thể sử dụng các hóa chất có khả năng hút ẩm tốt như: silicagen, vôi sống, zeolit để giảm ẩm cho không khí. Nhưng phương pháp này rất hạn chế vì khả năng hút ẩm rất hạn chế, các chất đó nhanh chóng bão hòa và thường tỏa nhiệt và ảnh hưởng nhất định đến không gian điều hòa.

Trên đồ thị I-d quá trình hút ẩm không khí bằng hoá chất diễn ra theo đường A9.

