



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

# GIÁO TRÌNH

# Kỹ thuật

# điều hòa không khí

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

TH.S TRẦN VĂN LỊCH

GIÁO TRÌNH

**KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

*(Dùng trong các trường THCN)*

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI**  
**4 - TỔNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI**  
**ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063**

---

**GIÁO TRÌNH**  
**KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**  
**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006**

---

Chịu trách nhiệm xuất bản  
**NGUYỄN KHẮC OÁNH**

Biên tập  
**PHẠM QUỐC TUẤN**

Bìa  
**TRẦN QUANG**

Kỹ thuật vi tính  
**THU YẾN**

Sửa bản in  
**PHẠM QUỐC TUẤN**

## Lời giới thiệu

---

**N**ước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng thời bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

## Lời nói đầu

---

**T**rong những năm gần đây, kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí ở nước ta đã phát triển mạnh mẽ và được ứng dụng rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân. Vì vậy, vấn đề trang bị các kiến thức về kỹ thuật điều hòa không khí cho người đang học tập cũng như đang làm các công việc về lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa hệ thống điều hòa không khí là vô cùng cần thiết. Vì vậy, chúng tôi đã biên soạn giáo trình “Kỹ thuật điều hòa không khí” để làm tài liệu học tập cho học sinh, đồng thời làm tài liệu tham khảo cho các giáo viên giảng dạy chuyên ngành Máy lạnh và điều hòa không khí trong các trường Trung học chuyên nghiệp.

Về nội dung, giáo trình đã trình bày chọn lọc các kiến thức cơ bản cần thiết, mà những người làm công tác về kỹ thuật điều hòa không khí cần phải biết. Đặc biệt giáo trình đã trình bày ngắn gọn phương pháp tính toán thiết kế hệ thống điều hòa không khí theo Carrier. Đây là phương pháp mới được đưa vào sử dụng ở Việt Nam trong những năm gần đây. Do vậy, giáo trình không chỉ giúp cho học sinh học tập, mà còn giúp cho học sinh sau khi tốt nghiệp ra trường mau chóng hòa nhập được với thị trường.

Tuy nhiên do điều kiện thời gian có hạn, cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của độc giả.

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn PGS.TS - Bùi Hải, KS - Vũ Xuân Hùng giảng viên trường Đại học Bách khoa Hà Nội, TS - Nguyễn Duy Tiến, giảng viên trường Đại học Giao thông vận tải, KS - Trần Hữu Thiết, giảng viên trường Cán bộ thương mại Trung ương, đã đóng góp ý kiến để hoàn thiện nội dung giáo trình.

TÁC GIÀ

## Bài mở đầu

# ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP Nghiên cứu Môn học

### I. Đối tượng của môn học

Kỹ thuật điều hòa không khí là môn học nghiên cứu các phương pháp tính toán thiết kế, hệ thống điều hòa không khí sử dụng trong dân dụng và công nghiệp.

### II. Nội dung của môn học

Về nội dung, giáo trình chỉ trình bày những kiến thức cơ bản nhất về kỹ thuật điều hòa không khí nói chung. Riêng phần tính toán nhiệt, giáo trình đã trình bày tương đối kỹ phương pháp Carrier là phương pháp tính toán của các nước Anh, Mỹ, Nhật,... đã và đang sử dụng, nhưng mới được đưa vào sử dụng ở Việt Nam trong những năm gần đây. Vì vậy, giáo trình sẽ rất cần thiết cho học sinh sau khi tốt nghiệp ra trường và đồng thời, cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho những ai quan tâm đến kỹ thuật điều hòa không khí.

Giáo trình gồm 6 chương:

*Chương 1:* Những kiến thức cơ bản về không khí và các hệ thống điều hòa không khí

*Chương 2:* Cân bằng nhiệt ẩm trong phòng và các quá trình, phương pháp, thiết bị xử lý nhiệt ẩm cho không khí.

*Chương 3:* Thành lập và tính toán các sơ đồ Điều hòa không khí

*Chương 4:* Tính chọn máy và thiết bị điều hòa không khí

*Chương 5:* Trao đổi không khí trong nhà và tính toán thiết kế hệ thống đường ống dẫn không khí, dẫn nước.

*Chương 6:* Cung cấp năng lượng và điều khiển, đo lường hệ thống điều hòa không khí.

### **III. Phương pháp nghiên cứu môn học**

Cũng như các môn học lý thuyết khác, việc nghiên cứu môn học “Kỹ thuật điều hòa không khí” là sự kết hợp chặt chẽ giữa sự phân tích lý thuyết chuyên môn với các kết quả thực nghiệm.

Kiến thức về kỹ thuật điều hòa không khí rất cần thiết cho người cán bộ kỹ thuật làm công tác trong lĩnh vực Máy lạnh và Điều hòa không khí. Vì vậy đây là môn học lý thuyết chuyên ngành bắt buộc đối với các học sinh theo học ngành Máy lạnh và ĐHKK. Để có thể nắm bắt được các nội dung của môn học, học sinh cần phải có các kiến thức về môn học cơ sở chuyên ngành, như: Nhiệt kỹ thuật, Đo lường kỹ thuật lạnh, Máy và thiết bị lạnh,... Đồng thời trong quá trình học tập, sau khi học lý thuyết học sinh cần phải tìm hiểu kỹ nguyên lý cấu tạo, nguyên lý làm việc các thiết bị đã có sẵn trong các phòng thực hành. Trên cơ sở như vậy người học mới có điều kiện để so sánh hai chiều giữa kiến thức thực tế và kiến thức lý thuyết lĩnh hội. Ngoài kiến thức được nêu ra trong giáo trình, người học cần phải thường xuyên cập nhật các thông tin mới thông qua các giáo trình tham khảo và các tài liệu khác. Các kiến thức trình bày trong giáo trình, mặc dù chỉ là các kiến thức cơ bản, song để có thể lĩnh hội được nhanh chóng, thì người học cần phải tuân thủ theo kết cấu của giáo trình và cần có sự hướng dẫn của các giáo viên chuyên ngành.

Tóm lại, để có thể học tập tốt môn học, người học cần phải xác định rõ mục đích và yêu cầu của môn học, luôn luôn kết hợp chặt chẽ giữa kiến thức lý thuyết với các kiến thức thực tế. Đồng thời phải tích cực ôn luyện theo sự hướng dẫn của các giáo viên. Đặc biệt cần ghi nhớ các kết luận rút ra từ các bài tập hoặc từ các kết quả thu được trong quá trình làm thực nghiệm trên các thiết bị thí nghiệm hoặc trên các mô hình.

## Chương 1

# NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ KHÔNG KHÍ VÀ CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ (ĐHKK)

### **Mục tiêu**

- Nắm vững các tính chất nhiệt động và các đồ thị trạng thái của không khí ẩm.
- Hiểu rõ các ảnh hưởng của môi trường không khí đến con người và sản xuất.
- Biết phương pháp chọn các thông số tính toán cho hệ thống ĐHKK.
- Biết cách phân loại hệ thống ĐHKK.

### **Nội dung tóm tắt**

- Các tính chất nhiệt động và các đồ thị trạng thái của không khí ẩm.
- Ảnh hưởng của môi trường không khí đến con người và sản xuất.
- Khái niệm về ĐHKK và các thông số tính toán của hệ thống ĐHKK.
- Các hệ thống ĐHKK.

## I. NHỮNG TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG VÀ CÁC LOẠI ĐỒ THỊ TRẠNG THÁI CỦA KHÔNG KHÍ ẨM

### **1. Những tính chất nhiệt động của không khí ẩm**

Không khí trong khí quyển bao quanh chúng ta là hỗn hợp của nhiều chất khí, chủ yếu là N<sub>2</sub> (chiếm 75,5% khối lượng) và O<sub>2</sub> (23,1%), ngoài ra còn một lượng nhỏ các khí trơ, CO<sub>2</sub>, và hơi nước...

Không khí không chứa hơi nước được gọi là không khí khô, còn không khí có chứa hơi nước được gọi là không khí ẩm. Trong tự nhiên không tồn tại không khí khô tuyệt đối.

Không khí khô được coi là khí lý tưởng. Vì lượng hơi nước chứa trong không khí rất nhỏ nên cũng có thể coi không khí ẩm như một hỗn hợp khí lý

tưởng khi tính toán các thông số trạng thái của nó trong phạm vi thường gặp trong kỹ thuật không khí.

Để tính toán thông gió và điều tiết không khí người ta thường sử dụng các thông số nhiệt động sau đây của không khí ẩm.

### 1.1. Áp suất

Đơn vị đo áp suất không khí trong hệ SI là Pascal (Pa) (hay còn ký hiệu là  $N/m^2$ ), ngoài ra còn gặp các đơn vị đo áp suất khác như bar, atmopthe (at), độ cao cột chất lỏng (mmHg, mH<sub>2</sub>O,...), quan hệ giữa các đơn vị đo áp suất xem trong phụ lục.

Áp suất không khí trong khí quyển thường gọi là khí áp và được ký hiệu là  $B$ . Nói chung, khí áp  $B$  thay đổi theo điều kiện khí tượng từng nơi, nhưng trị số  $B$  thay đổi không nhiều lắm. Trong tính toán người ta quy ước trạng thái không khí được xét ở điều kiện tiêu chuẩn với  $B_0 = 760$  mmHg.

Trong hệ đo lường Anh (Mỹ) thường sử dụng đơn vị đo áp suất là  $psi$ :

$$1\text{psi} = 0,0703\text{at}$$

### 1.2. Mật độ (khối lượng riêng)

Mật độ (hay khối lượng riêng) của không khí ẩm ký hiệu là  $\rho$ , đơn vị là  $kg/m^3$ , là khối lượng của một đơn vị thể tích không khí. Mật độ  $\rho$  thay đổi theo khí áp và nhiệt độ, tuy nhiên trong phạm vi nhiệt độ thường gặp trong kỹ thuật không khí, trị số của mật độ thay đổi không nhiều lắm. Để thuận tiện cho việc tính toán, người ta quy ước trạng thái không khí được xét với mật độ  $\rho_0 = 1,2\text{ kg/m}^3$  ở điều kiện nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$  và khí áp tiêu chuẩn  $B_0$ .

### 1.3. Nhiệt độ

Trong kỹ thuật không khí người ta thường sử dụng phổ biến thang nhiệt độ bách phân (ký hiệu  $t$ , đơn vị là  $^\circ\text{C}$ ) mà ít dùng thang nhiệt độ tuyệt đối (ký hiệu là  $T$ , đơn vị là  $\text{K}$ ). Trong hệ đo lường Anh (Mỹ) thường dùng thang nhiệt độ Fahrenheit (đơn vị là  $^\circ\text{F}$ ). Có thể sử dụng công thức chuyển đổi từ  $T$  và  $t$   $^\circ\text{C}$  sang  $^\circ\text{F}$  như sau:

$$t\text{ }^\circ\text{C} \approx T - 273 \approx (t\text{ }^\circ\text{F} - 32).5/9 \quad (1-1)$$

Ví dụ, đổi  $70^\circ\text{F}$  sang  $t^\circ\text{C} \approx (70 - 32).5/9 \approx 21,1^\circ\text{C}$ .

Vậy nhiệt độ  $70^\circ\text{F}$  tương đương với  $21,1^\circ\text{C}$ .

### 1.4. Độ ẩm tương đối

Độ ẩm tương đối (ký hiệu là  $\phi$ ) được tính bằng tỷ số giữa độ ẩm tuyệt đối  $\rho_h$  với độ ẩm tuyệt đối cực đại  $\rho_{h,\text{max}}$  ở cùng trạng thái:

$$\varphi = \frac{p_h}{p_{h\max}} \cdot 100\% \quad (1-2)$$

hoặc tính theo phân áp suất hơi nước trong không khí:

$$\varphi = \frac{p_h}{p_{h\max}} \cdot 100\% \quad (1-3)$$

trong đó:

$p_h$  - phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm ở trạng thái được xét;

$p_{h\max}$  (hay  $p_s$ ) - phân áp suất bão hòa của hơi nước ở cùng trạng thái.

Không khí ẩm có  $\varphi = 100\%$  (hoặc bằng 1) được gọi là không khí ẩm bão hòa, khi đó không thể đưa thêm hơi nước vào không khí (khi đó hơi nước trong không khí cũng ở trạng thái bão hòa khô).

Không khí có  $\varphi < 100\%$  (hoặc nhỏ hơn 1) được gọi là không khí ẩm chưa bão hòa (khi đó hơi nước trong không khí ở trạng thái quá nhiệt).

Trong kỹ thuật không khí người ta không xét các trường hợp không khí ẩm quá bão hòa (khi đó có một phần hơi nước ngưng tụ thành nước).

### 1.5. Dung ẩm (hoặc độ chứa hơi)

Dung ẩm (ký hiệu  $d$ , đơn vị là kg/kg hoặc có khi bằng g/kg) bằng lượng hơi nước chứa trong 1 kg không khí khô.

Trong kỹ thuật nhiệt đã biết hệ thức:

$$d = 0,622 \frac{p_h}{B - p_{h\max}}, \text{ kg/kg.} \quad (1-4)$$

trong đó:  $B$  – áp suất khí quyển ;

$p_h$  - phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm ở trạng thái được xét;

### 1.6. Entanpi

Entanpi của không khí ẩm (ký hiệu  $I$ ) được tính cho lượng không khí ẩm có khối lượng không khí khô là 1kg.

Đơn vị của  $I$  là kJ/kg (hoặc kcal/kg).

Ở nhiệt độ 1 ( $^{\circ}\text{C}$ ), với dung ẩm  $d$  (kg/kg) có thể xác định entanpi của không khí ẩm theo công thức:

$$I = c_{p,k} \cdot t + d(c_{p,h} + c_{p,b} \cdot t), \quad (1-5)$$

trong đó:  $c_{p,k} \approx 1,005 \text{ kJ/kg.K} (\approx 0,24 \text{ kcal/kg.}^{\circ}\text{C})$  - nhiệt dung riêng đẳng áp của không khí khô;  $c_{p,h} \approx 1,93 \text{ kJ/kg.K} (\approx 0,46 \text{ kcal/kg.}^{\circ}\text{C})$  - nhiệt dung riêng đẳng áp của hơi nước(ở  $0^{\circ}\text{C}$ );

$r_0 = 2500 \text{ kJ/kg}$  - nhiệt hoá hơi của nước ở  $0^{\circ}\text{C}$ .

$$I = t + d(2500 + 1,93t)$$

Người ta quy ước  $I = 0$  tại  $t = 0^{\circ}\text{C}$  và  $d = 0$ .

### 1.7. Nhiệt độ điểm sương (hay nhiệt độ đọng sương)

Nếu làm lạnh không khí trong điều kiện giữ nguyên dung ẩm d (hoặc phân áp suất hơi  $p_h$ ) thì tới một nhiệt độ  $t_s$  nào đó, hơi nước trong không khí sẽ ngưng tụ thành nước bão hòa. Nhiệt độ  $t_s$  được gọi là nhiệt độ điểm sương.

Như vậy, nhiệt độ điểm sương là nhiệt độ ứng với trạng thái không khí ẩm bão hòa ( $\varphi = 1$ ) ở dung ẩm d đã cho. Nói cách khác, nhiệt độ điểm sương  $t_s$  cũng là nhiệt độ bão hòa của hơi nước tương ứng với phân áp suất  $p_h$  cho trước (cũng tức là d cho trước, quan hệ giữa d và  $p_h$  xem (1.4)). Từ đó cũng cho thấy giữa  $t_s$  và d có quan hệ phụ thuộc nhau, chúng không thể là hai thông số độc lập.

### 1.8. Nhiệt độ nhiệt kế ướt

Khi cho bay hơi đoạn nhiệt nước vào không khí ẩm chưa bão hòa ( $\varphi < 1$ ) thì nhiệt độ của không khí giảm dần, trong khi đó độ ẩm tương đối tăng lên, còn entanpi không đổi. Tới trạng thái  $\varphi = 1$ , quá trình bay hơi vào không khí chấm dứt, không khí đạt tới nhiệt độ  $t_u$  nào đấy, được gọi là nhiệt độ nhiệt kế ướt  $t_u$  (vì thường dùng nhiệt kế có bầu ướt để xác định).

Như vậy, nhiệt độ nhiệt kế ướt  $t_u$  là nhiệt độ ứng với trạng thái không khí ẩm bão hòa ( $\varphi = 1$ ) ở trị số entanpi đã cho (thực ra nó là nhiệt độ bay hơi đoạn nhiệt mới chính xác, nhưng trong kỹ thuật không khí ở vùng nhiệt nhỏ hơn  $50^{\circ}\text{C}$  sự sai lệch giữa nhiệt độ nhiệt kế ướt và nhiệt độ bay hơi đoạn nhiệt có thể bỏ qua).

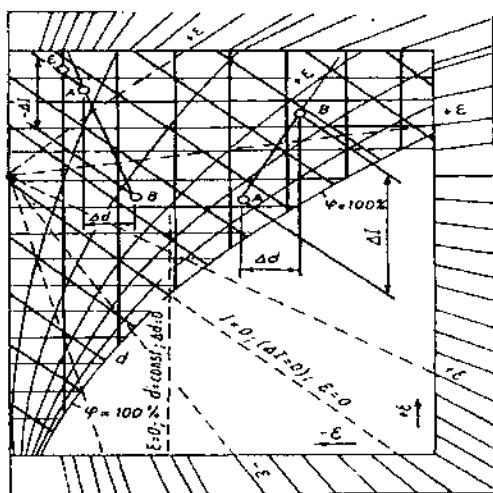
Từ đó cho thấy giữa  $t_u$  và I tồn tại quan hệ phụ thuộc.

Tóm lại trạng thái không khí được đặc trưng bởi các thông số  $p$ ,  $\rho$ ,  $t$ ,  $\varphi$ ,  $d(t_u)$  và  $I(t_u)$ , trong đó hai thông số  $p$  và  $\rho$  được quy ước chuẩn hoá khi tính toán ( $p = B_0 = 760 \text{ mmHg}$  và  $\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ). Như vậy, trạng thái của không khí ẩm có thể được xác định nếu biết hai thông số các thông số độc lập  $t$ ,  $d$ ,  $I$ ,  $\varphi$ , hoặc ngược lại, nếu trạng thái không khí đã xác định thì các thông số nói trên cũng hoàn toàn xác định.

## 2. Các loại đồ thị trạng thái của không khí ấm

### 2.1. Đồ thị I - d (hoặc $h - d$ )

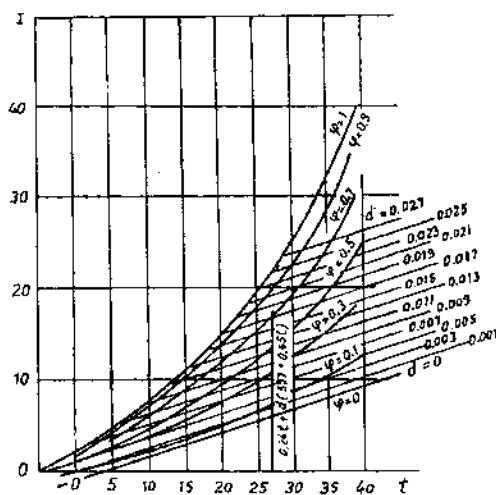
Đồ thị I - d (hình 1.1) biểu diễn các trạng thái của không khí ấm chưa bão hòa với hai trục I và d hợp với nhau 1 góc  $135^\circ$  lấy  $\varphi$  và  $t$  làm tham số. Các đường  $\varphi = \text{const}$  là các đường cong còn họ các đường  $t = \text{const}$  là các đường thẳng song song với nhau và nghiêng với trục I. Ngoài ra trên đồ thị còn biểu diễn họ các đường có giá trị  $\epsilon = \text{const}$  bao quanh đồ thị.



Hình 1-1. Đồ thị I - d của không khí ấm.

### 2.2. Đồ thị I - t

Đồ thị I-t (h.1.2) biểu diễn các trạng thái của không khí ấm chưa bão hòa với hai trục I và t vuông góc nhau, lấy  $\varphi$  và  $d$  làm tham số. Các đường  $\varphi = \text{const}$  là các đường cong, còn họ các đường  $d = \text{const}$  là các đường thẳng song song với nhau và nghiêng với trục t.

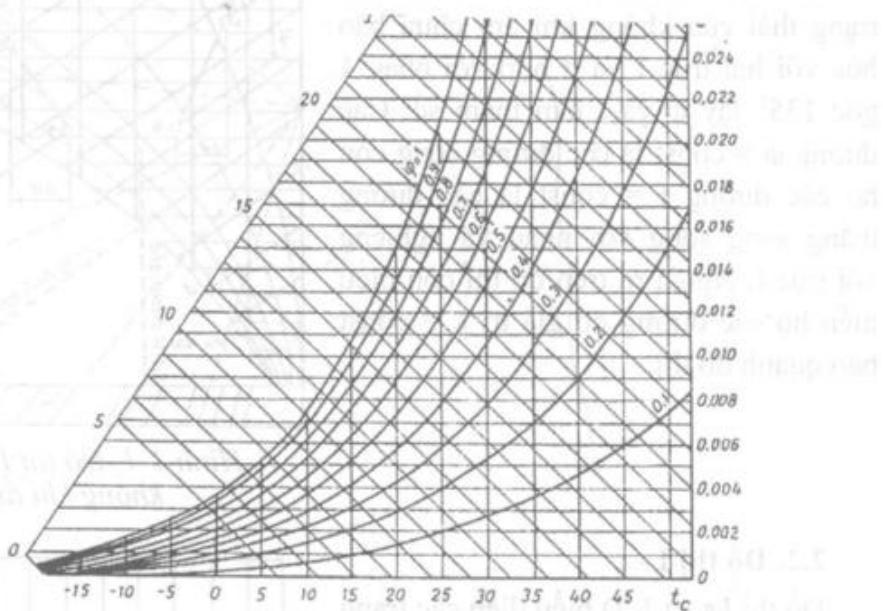


Hình 1-2. Đồ thị I - t của không khí ấm.

### 2.3. Đồ thị t - d

Đồ thị d-t (h.1.3) có hai trục d và t vuông góc nhau, còn các đường đẳng entanpi tạo thành góc  $135^\circ$  so với trục t. Các đường  $\varphi = \text{const}$  là các đường cong tương tự ở đồ thị I-d. Có thể coi đồ thị t-d là hình ảnh của đồ thị I-d qua một gương phản chiếu.

Các đồ thị t-d và I-t được dùng rất phổ biến trong các tài liệu Anh, Mỹ, Nhật Bản,...( ở Việt Nam, Nga và các nước Đông Âu vẫn quen dùng đồ thị I-d).



Hình 1-3. Đồ thị  $t - d$  của không khí ẩm.

## II. ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐẾN CON NGƯỜI VÀ SẢN XUẤT

## 1. Các yếu tố khí hậu ảnh hưởng đến con người

Yếu tố khí hậu ảnh hưởng đến con người thể hiện qua các chỉ tiêu: nhiệt độ  $t$ , độ ẩm  $\varphi$ , tốc độ lưu chuyển của không khí  $\omega_k$ , nồng độ các chất độc hại trong không khí và độ ồn.

### 1.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ là yếu tố gây cảm giác nóng lạnh rõ rệt nhất đối với con người. Cũng như mọi động vật máu nóng khác, con người có thân nhiệt không đổi ( $37^{\circ}\text{C}$ ) và luôn trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới hai hình thức: truyền nhiệt và toả ấm.

Truyền nhiệt đối lưu và bức xạ từ bề mặt da (nhiệt độ khoảng 36 °C) hoặc chi bằng dẫn nhiệt qua lớp quần áo được diễn ra khi có chênh lệch nhiệt độ

giữa môi trường và bề mặt da. Khi nhiệt độ môi trường nhỏ hơn  $36^{\circ}\text{C}$ , cơ thể thải nhiệt vào môi trường bằng truyền nhiệt, nếu mất nhiệt quá mức thì cơ thể sẽ có cảm giác lạnh. Khi nhiệt độ môi trường lớn hơn  $36^{\circ}\text{C}$ , cơ thể nhận một phần nhiệt từ môi trường nên có cảm giác nóng. Trong một số trường hợp, tuy nhiệt độ không khí không cao lắm nhưng bề mặt một số vật thể có nhiệt độ rất cao (lò luyện kim, lò rèn,...), khi đó có một vài bộ phận của cơ thể bị đốt nóng quá mức do bức xạ nhiệt từ các bề mặt có nhiệt độ cao. Trường hợp này còn phải xét tới diện tích bề mặt nóng và khoảng cách từ người tới bề mặt nóng.

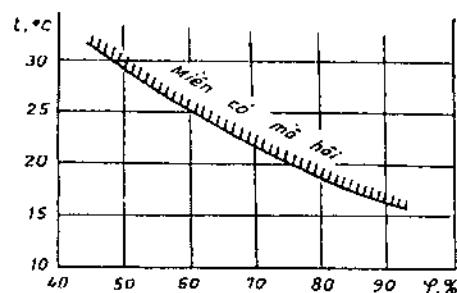
Ngay cả khi nhiệt độ không khí lớn hơn  $36^{\circ}\text{C}$  thì cơ thể vẫn phải thải nhiệt vào môi trường bằng hình thức toả ấm (thở, bay hơi mồ hôi,...). Cơ thể đốt mồ hôi nhiều hay ít cũng phụ thuộc vào môi trường, ngoài ra còn phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí và tốc độ chuyển động của không khí quanh cơ thể.

## 1.2. Độ ẩm tương đối $\varphi$

Là yếu tố quyết định bay hơi mồ hôi vào không khí. Sự bay hơi nước vào không khí chỉ diễn ra khi  $\varphi < 100\%$ . Nếu không khí có độ ẩm vừa phải thì khi nhiệt độ cao, cơ thể đốt mồ hôi và mồ hôi bay vào không khí được nhiều sẽ gây ra cho cơ thể cảm giác dễ chịu hơn (khi bay hơi 1g mồ hôi, cơ thể thải được lượng nhiệt khoảng  $2500\text{J}$ , nhiệt lượng này tương đương với nhiệt lượng của  $1\text{m}^3$  không khí giảm nhiệt độ đi  $2^{\circ}\text{C}$ ). Nếu độ ẩm  $\varphi$  lớn quá, mồ hôi thoát ra ngoài da bay hơi kém (hoặc thậm chí không bay hơi được), trên da sẽ có mồ hôi nhöp nháp. Trên hình 1-4 trình bày giới hạn miền có mồ hôi trên da. Có thể thấy: ở trị số  $\varphi$  bé, cơ thể chỉ có mồ hôi trên da ở nhiệt độ khá cao, còn khi  $\varphi$  lớn có thể có mồ hôi ở cả nhiệt độ thấp: khi  $\varphi > 75\%$ , trên da có mồ hôi ở cả nhiệt độ nhỏ hơn  $20^{\circ}\text{C}$ .

Cần lưu ý rằng ở trên chưa xét tới cường độ lao động của con người.

Nên nhớ rằng sự thải nhiệt do “thoát mồ hôi” (do bay hơi kém) thường kèm theo sự rối loạn điện dịch trong cơ thể, nếu tình trạng nghiêm trọng có thể gây ngất, nhẹ cũng làm cho cơ thể chóng mệt mỏi.



Hình 1-4. Giới thiệu miền mồ hôi trên da

Để thấy được vai trò của độ ẩm  $\varphi$  có thể tham khảo ở bảng dưới đây tì lệ giữa lượng nhiệt cơ thể thải được bằng bay hơi nước (nhiệt ẩm) so với nhiệt thải bằng truyền nhiệt thuần túy (nhiệt hiện).

T, °C	10	26,7	29	36	37,8	40,6	43,3
tỷ lệ, %	18	30	40	100	120	160	200

Ngoài hai yếu tố nhiệt độ và độ ẩm, tốc độ lưu chuyển của không khí cũng đóng vai trò quan trọng trong trao đổi nhiệt ẩm giữa cơ thể và môi trường.

### 1.3. Tốc độ lưu chuyển của không khí $\omega_k$

Khi tăng tốc độ chuyển động của không khí ( $\omega_k$ ) sẽ làm tăng cường sự toả nhiệt và cường độ toả chất. Do đó về mùa đông, khi  $\omega_k$  lớn sẽ làm tăng sự mất nhiệt của cơ thể gây cảm giác lạnh; ngược lại về mùa hè làm tăng cảm giác mát mẻ; đặc biệt, trong điều kiện độ ẩm  $\varphi$  lớn thì  $\omega_k$  tăng sẽ làm tăng nhanh quá trình bay hơi mồ hôi trên da, vì vậy về mùa hè người ta thường thích sống trong môi trường không khí lưu chuyển mạnh (có gió trời hoặc có quạt). Đây là thói quen của người Việt Nam do điều kiện khí hậu nóng ẩm, do đó khi thiết kế thông gió và điều hoà không khí cần phải chú ý đến một cách thích đáng. Tuy nhiên, tốc độ gió thích hợp chọn lớn hay bé cũng tuỳ thuộc nhiệt độ không khí. Nếu  $\omega_k$  lớn quá mức cần thiết dễ gây mất nhiệt cục bộ, làm cơ thể chóng mệt mỏi. Bảng 1.1 cho các giá trị tốc độ không khí trong phòng theo nhiệt độ.

Bảng 1.1. Tốc độ gió cho phép

Nhiệt độ không khí trong phòng, °C	$\omega_k$ trong phòng, m/s
16 ÷ 20	< 0,25
21 ÷ 23	0,25 ÷ 0,3
24 ÷ 25	0,4 ÷ 0,6
26 ÷ 27	0,7 ÷ 1,0
28 ÷ 30	1,1 ÷ 1,3
> 30	1,3 ÷ 1,5

Có nhiều cách đánh giá tác dụng tổng hợp của ba yếu tố trên để tìm ra miền trạng thái vi khí hậu thích hợp với điều kiện sống của con người (gọi là “điều kiện tiện nghi”). Tuy nhiên, miền tiện nghi cũng chỉ có tính tương đối, vì nó còn phụ thuộc vào cường độ lao động và thói quen của từng người. Trong điều kiện lao động nhẹ hoặc tĩnh tại, có thể đánh giá điều kiện tiện nghi theo nhiệt độ hiệu quả tương đương:

$$t_{hq} = 0,5(t_k - t_u) - 1,94\sqrt{\omega_k}, \quad (1-6)$$

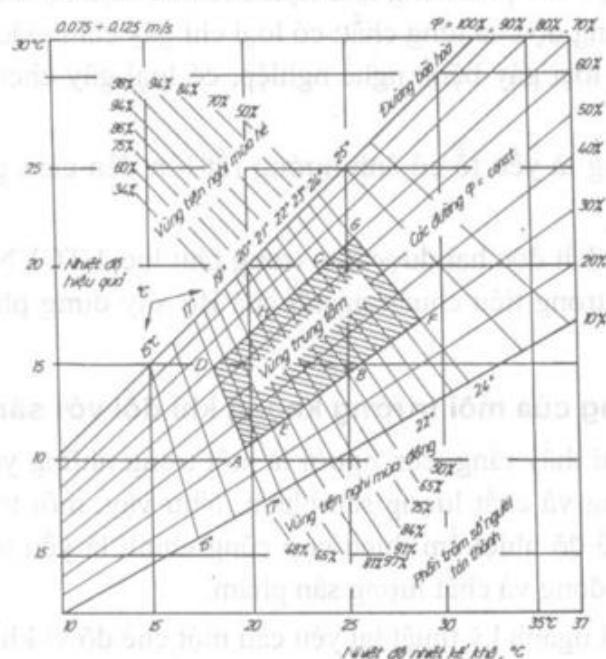
trong đó  $t_k$  - nhiệt độ nhiệt kế khô,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_u$  - nhiệt độ nhiệt kế ướt,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\omega_k$  - tốc độ không khí, m/s.

Nhiệt độ hiệu quả tương đương có thể xác định theo đồ thị. Hình 1.5 biểu diễn miền tiện nghi theo nhiệt độ nhiệt kế khô, nhiệt độ bầu ướt và độ ẩm tương đối  $\phi$  theo phần trăm số người cùng ý kiến. Đồ thị được thiết lập trên cơ sở người được thí nghiệm ở trong phòng, lao động nhẹ, mặc bình thường; tốc độ gió từ 15 đến 25fpm (feet per minute) (tức là từ 0,75 đến 1,25 m/s). Từ đồ thị cho thấy: tồn tại các miền tiện nghi cho mùa hè và mùa đông với độ ẩm từ 30% tới 70% và nhiệt độ hiệu quả: mùa đông  $t_{hq}$  từ  $63^{\circ}\text{F}$  đến  $71^{\circ}\text{F}$  (tức  $17,2^{\circ}\text{C}$  đến  $21,7^{\circ}\text{C}$ ) và mùa hè  $t_{hq}$  từ  $66^{\circ}\text{F}$  đến  $75^{\circ}\text{F}$  (tức  $19^{\circ}\text{C}$  đến  $24^{\circ}\text{C}$ ). Từ đồ thị cũng có thể thấy: khi độ ẩm cao thì nhiệt độ trong miền tiện nghi giảm.

Ví dụ sử dụng đồ thị hình 1.5: nếu muốn duy trì nhiệt độ nhiệt kế khô trong nhà  $28^{\circ}\text{C}$  ( $82,5^{\circ}\text{F}$ ), độ ẩm trong nhà 70%, cần kiểm tra xem có phù hợp điều kiện tiện nghi không? Cần chọn chế độ nhiệt ẩm thế nào nếu khách sạn của bạn muốn thỏa mãn sở thích của 70% số khách?



Hình 1.5. Đồ thị miền tiện nghi

Trên đồ thị, theo đường nhiệt độ bầu khô  $82,5^{\circ}\text{F}$  gấp đường  $\varphi = 70\%$  tại điểm năm ngoài miền tiện nghi, như vậy là chọn chưa hợp lý. Nếu nhiệt độ  $28^{\circ}\text{C}$  thì độ ẩm phải là  $40\%$  mới nằm trong miền tiện nghi, nhưng chế độ nhiệt ẩm này chỉ có  $50\%$  số người ưa thích. Theo đường  $70\%$  số người ưa thích, bạn chọn các cặp thông số nhiệt độ - độ ẩm như sau:  $(25,3^{\circ}\text{C} - 70\%)$ ;  $(25,8^{\circ}\text{C} - 60\%)$ ;  $(26,7^{\circ}\text{C} - 50\%)$ ;  $(27,5^{\circ}\text{C} - 40\%)$ .

#### **1.4. Nồng độ các chất độc hại và tiếng ồn**

Ngoài ba yếu tố  $t$ ,  $\varphi$ ,  $\omega_k$ , đã nói ở trên, môi trường không khí còn phải bảo đảm độ trong sạch nhất định, đặc trưng bằng nồng độ các chất độc hại cho phép và tiếng ồn cho phép.

Ảnh hưởng của các yếu tố này là rất lớn đến môi trường DHKK:

Bụi là các hạt vật chất kích thước nhỏ có thể xâm nhập vào đường thở;

Khi  $\text{CO}_2$  và hơi nước tuy không có độc tính nhưng nồng độ lớn sẽ làm giảm lượng  $\text{O}_2$  trong không khí. Chúng phát sinh do hô hấp của động, thực vật, hoặc do đốt cháy các chất hữu cơ hoặc trong các phản ứng hoá học khác;

Các hoá chất độc dạng khí, hơi (hoặc một số dạng bụi) phát sinh trong quá trình sản xuất hoặc các phản ứng hoá học. Mức độ độc hại tuỳ thuộc vào cấu tạo hoá học và nồng độ của từng chất; có loại chỉ gây cảm giác khó chịu (do có mùi hôi thối), có loại gây bệnh nghề nghiệp, có loại gây chết người khi nồng độ đủ lớn.

Tiếng ồn cũng là yếu tố có ảnh hưởng rất lớn đến cảm giác dễ chịu của con người.

Nồng độ các chất độc hại được cho trong phụ lục 4 TCVN 5687-1992. Độ ồn cho phép cho trong tiêu chuẩn ngành của Bộ xây dựng phụ lục 20 TCVN 175-90.

### **2. Ảnh hưởng của môi trường không khí đối với sản xuất**

Trước hết phải thấy rằng, con người là một trong những yếu tố quyết định năng suất lao động và chất lượng sản phẩm. Như vậy, môi trường không khí trong sạch, có chế độ nhiệt ẩm thích hợp cũng chính là yếu tố gián tiếp nâng cao năng suất lao động và chất lượng sản phẩm.

Mặt khác, mỗi ngành kỹ thuật lại yêu cầu một chế độ vi khí hậu riêng biệt, do đó ảnh hưởng của môi trường không khí đối với sản xuất không giống nhau. Nhìn chung, các quá trình sản xuất thường kèm theo sự thay đổi, thay

$\text{CO}_2$  và hơi nước, có khi cả bụi và chất độc hóa học, vào môi trường không khí ngay bên trong gian máy, làm cho nhiệt độ, độ ẩm không khí và độ trong sạch nữa luôn bị biến động. Sự biến động nhiệt độ, độ ẩm không khí trong phòng tuy đều ảnh hưởng đến sản xuất nhưng mức độ ảnh hưởng không giống nhau.

a) *Nhiệt độ*: Một số ngành sản xuất như bánh kẹo cao cấp đòi hỏi nhiệt độ không khí khá thấp (ví dụ, ngành chế biến sôcôla cần nhiệt độ  $7 - 8^\circ\text{C}$ , kẹo cao su:  $20^\circ\text{C}$ ), nhiệt độ cao sẽ làm hư hỏng sản phẩm. Một số ngành sản xuất và các trung tâm điều khiển tự động, trung tâm đo lường chính xác cũng cần duy trì nhiệt độ ổn định và khá thấp ( $20 \div 22^\circ\text{C}$ ), nhiệt độ không khí cao sẽ làm máy móc, dụng cụ kém chính xác hoặc giảm độ bền lâu. Trong khi đó sản xuất sợi dệt lại cần duy trì nhiệt không thấp dưới  $20^\circ\text{C}$ , mà cũng không cao quá  $32^\circ\text{C}$ . Với nhiều ngành sản xuất thực phẩm thịt, sữa, ... nhiệt độ cao dễ làm ôi thiu sản phẩm khi chế biến.

b) *Độ ẩm tương đối  $\varphi$* : là yếu tố ảnh hưởng đến sản xuất nhiều hơn nhiệt độ. Hầu hết các quá trình sản xuất thực phẩm đều cần duy trì độ ẩm vừa phải. Độ ẩm  $\varphi$  thấp quá làm tăng nhanh sự thoát hơi nước trên mặt sản phẩm, do đó tăng hao trọng, có khi làm giảm chất lượng sản phẩm (gây nứt nẻ, gây vỡ do sản phẩm bị giòn quá khi khô). Nhưng nếu  $\varphi$  lớn quá cũng làm môi trường dễ phát sinh nấm mốc. Độ ẩm  $\varphi$  lớn quá  $50 \div 60\%$  trong sản xuất bánh kẹo cao cấp dễ làm bánh kẹo bị chảy nước. Còn với các máy móc vi điện tử, bán dẫn, độ ẩm cao làm giảm cách điện, gây nấm mốc làm máy móc dễ hư hỏng.

c) *Độ trong sạch* của không khí: không chỉ tác động đến con người mà còn tác động trực tiếp đến chất lượng sản phẩm: Bụi bẩn bám trên bề mặt sản phẩm không chỉ làm giảm vẻ đẹp mà còn làm hỏng sản phẩm. Các ngành sản xuất thực phẩm không chỉ yêu cầu không khí trong sạch, không có bụi mà còn đòi hỏi vô trùng nữa; một số công đoạn chế biến có kèm sự lên men gây mùi hôi thối, đó cũng là điều không chấp nhận được. Đặc biệt, các ngành sản xuất dụng cụ quang học, in tráng phim ảnh, ... đòi hỏi không khí tuyệt đối không có bụi.

d) *Tốc độ không khí  $\omega$* : đối với sản xuất chủ yếu liên quan đến tiết kiệm năng lượng quạt gió. Tốc độ lớn quá mức cần thiết ngoài việc gây cảm giác khó chịu với người còn làm tăng tiêu hao công suất động cơ kéo quạt. Riêng đối với một số ngành sản xuất, không cho phép tốc độ ở vùng làm việc lớn quá, ví dụ, trong ngành dệt, nếu tốc độ không khí lớn quá sẽ làm rối sợi.

### 3. Ảnh hưởng của môi trường không khí đối với sản xuất sợi dệt

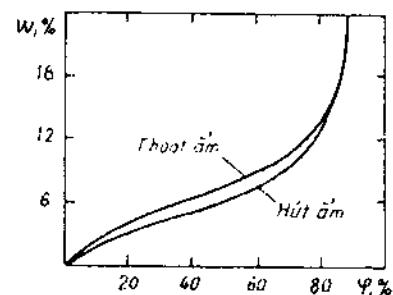
Nhiệt độ  $t$  và độ ẩm tương đối  $\varphi$  đối với sản xuất sợi dệt có liên quan mật thiết với nhau. Đối với sợi bông thì độ ẩm ảnh hưởng nhiều hơn nhiệt độ. Độ ẩm  $\varphi$  đối với vật liệu sợi bông ảnh hưởng tới hai yếu tố sau:

a) *Trọng lượng*: Nếu phần áp suất hơi nước trong không khí lớn hơn phần áp suất hơi của thành phần nước tự do trong sợi bông thì sợi bông sẽ hút ẩm làm tăng thuỷ phần của vật liệu tức là tăng trọng. Quan hệ giữa thuỷ phần  $W(\%)$  và độ ẩm không khí  $\varphi(\%)$  (h.1- 6) cho thấy: thuỷ phần  $W$  tăng khi độ ẩm  $\varphi$  tăng.

Ngược với quá trình hút ẩm là quá trình thoát ẩm: thuỷ phần  $W$  giảm khi giảm độ ẩm, nhưng ở cùng nhiệt độ, thuỷ phần khi hút ẩm và khi thoát ẩm không giống nhau. Ví dụ để có thuỷ phần  $W = 6\%$  thì sợi bông hút ẩm ở  $\varphi = 50\%$  trong khi thoát ẩm ở  $\varphi = 35\%$ . Hiện tượng sai lệch giữa đường cong hút ẩm và đường cong thoát ẩm gọi là hiện tượng trễ.

b) *Tính năng vật liệu*: Khi vật liệu sợi bông hút ẩm thì độ căng, tính đàn hồi, tính dính bết đều tăng lên: sợi trở nên mềm mại, dễ kéo dãn; tính dẫn điện cũng tăng nên dễ dàng khử các điện tích tĩnh điện xuất hiện trong quá trình sản xuất, do đó sợi sẽ nở phình bẹt ngang, còn độ dài ít thay đổi.

Ảnh hưởng của độ ẩm không khí trong mỗi công đoạn của sản xuất sợi dệt cũng khác nhau có thể tham khảo trong bảng 1.2.



Hình 1-6. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa  $W$  và  $\varphi$

Bảng 1.2

Tên công đoạn	φ lớn quá	φ bé quá
Cung bông	Dính bết, khó làm sạch	Sợi bông giòn, dễ đứt
Chải sợi	Bết sợi; xê cùi; khó làm sạch bụi	Xù lông do tĩnh điện
Xe sợi	Sợi dính vào suốt	Sợi giòn khó se; xù lông, bay bông
Dánh ống	Gi làm bẩn sợi, bụi bông dễ bám	Giảm độ dai, xù lông
Hồ sợi	Lâu khô; mốc sợi	Độ dai giảm
Dệt vải	Gi; bụi bông dễ bám trên vải	Dễ đứt sợi

Ảnh hưởng của nhiệt độ tới sợi chủ yếu tác động lên lớp sáp mỏng bọc ngoài sợi bông. Lớp sáp mỏng có tác dụng làm trơn sợi, có lợi cho quá trình kéo, quấn. Khi nhiệt độ cao quá, lớp sáp mỏng này bị cháy tan mất; khi nhiệt độ quá thấp chúng lại hoá rắn, cả hai trường hợp đều gây tác hại đến chất lượng sợi bông. Nhiệt độ thích hợp là  $20 \div 30^{\circ}\text{C}$ .

Có thể tham khảo các số liệu về chế độ nhiệt ẩm và tốc độ không khí trong các phân xưởng của nhà máy sợi dệt theo các tiêu chuẩn ngành.

Tóm lại, con người và sản xuất đều cần có môi trường không khí với các thông số thích hợp. Môi trường không khí tự nhiên thường không thể đáp ứng được những đòi hỏi đó. Vì vậy phải sử dụng các biện pháp tạo ra vi khí hậu nhân tạo (băng thông gió hoặc điều hoà không khí).

### **III. KHÁI NIỆM VỀ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ (DHKK) VÀ CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN CÁC HỆ THỐNG DHKK**

#### **1. Điều hòa không khí**

Điều hoà không khí (DHKK) là quá trình tạo ra và giữ ổn định các thông số trạng thái của không khí theo một chương trình định sẵn không phụ thuộc vào điều kiện khí tượng bên ngoài.

Để giải quyết được nhiệm vụ trên, không khí trước khi thổi vào phòng cần được xử lý nhiệt ẩm đến trạng thái thích hợp tùy theo mức độ thải nhiệt, thải ẩm của các đối tượng trong phòng.

Như vậy có thể coi DHKK là thông gió có xử lý nhiệt ẩm không khí trước khi thổi vào phòng. Thiết bị cho DHKK không thể đơn lẻ mà phải tạo thành hệ thống gồm có nhiều khâu, mỗi khâu thực hiện một chức năng.

Các hệ thống DHKK có thể được phân loại theo mức độ tin cậy và tính kinh tế hoặc theo cấu trúc.

Theo mức độ tin cậy và kinh tế, người ta phân hệ thống DHKK thành ba cấp:

– Hệ thống cấp I duy trì các thông số trong nhà với mọi phạm vi nhiệt độ ngoài trời từ trị số cực tiểu (mùa lạnh) đến trị số cực đại (mùa nóng). Hệ thống cấp I có độ tin cậy cao nhưng đắt tiền nên chỉ sử dụng trong những trường hợp đòi hỏi chế độ nhiệt ẩm nghiêm ngặt và cần độ tin cậy cao;

– Hệ thống cấp II duy trì các thông số nhiệt ẩm trong nhà ở một phạm vi cho phép, sai lệch không quá 200h trong một năm, nghĩa là thông số trong nhà

có thể cho phép sai lệch so với chế độ tính toán khi nhiệt độ, độ ẩm ngoài trời đạt giá trị cực đại hoặc cực tiêu;

– Hệ thống cấp III duy trì các thông số trong nhà trong một phạm vi cho phép với sai lệch tới 400h trong một năm. Hệ thống cấp III có độ tin cậy không cao, nhưng rẻ tiền, vì vậy được sử dụng phổ biến trong các công trình dân dụng, nơi công cộng (rap hát, thư viện, hội trường, ...) hoặc trong các xí nghiệp không đòi hỏi nghiêm ngặt về chế độ nhiệt ẩm.

Theo cấu trúc hệ thống, người ta thường phân thành hệ thống kiều tập trung, kiều phân tán, kiều cục bộ. Cũng có khi người ta phân biệt hệ thống DHKK kiều hở (không có tuần hoàn không khí) và kiều kín (có tuần hoàn không khí), v.v.

## **2. Thông số tính toán của không khí trong nhà và ngoài trời**

Để tính toán thiết kế hệ thống DHKK cần xác định trước các trạng thái không khí trong nhà và ngoài trời. Thường chỉ quan tâm đến nhiệt độ và độ ẩm tương đối - được gọi chung là thông số tính toán.

### **2.1. Thông số tính toán không khí trong nhà**

Kí hiệu nhiệt độ tính toán không khí trong nhà là  $t_T$ ; của độ ẩm tương đối tính toán là  $\varphi_T$ .

Các thông số  $t_T$ ,  $\varphi_T$  được chọn tùy theo từng đối tượng phù hợp với yêu cầu vệ sinh và yêu cầu công nghệ có xét tới yêu cầu kinh tế.

a) Đối với hệ thống DHKK dùng cho nơi công cộng (rap hát, hội trường, rap chiếu phim, thư viện, ...) thì chọn  $t_T$ ,  $\varphi_T$  theo yêu cầu vệ sinh. Nếu điều kiện kinh tế cho phép thì chọn gần với điều kiện tiện nghi càng tốt. Trị số  $t_T$ ,  $\varphi_T$  được chọn theo mùa.

Mùa nóng ở nước ta có nhiệt độ và độ ẩm không khí ngoài trời khá cao mà ít có điều kiện xây dựng phòng dệm (là khoảng không gian có điều hoà không khí chút ít để giảm chênh lệch nhiệt độ đột ngột khi đi từ ngoài trời vào phòng hoặc khi đi ra). Vì vậy không nên chọn nhiệt độ tính toán trong nhà gây chênh lệch nhiệt độ trong - ngoài nhà quá lớn. Thường chọn như sau:

Độ ẩm tương đối  $\varphi_T$  không cần duy trì cố định, cho phép dao động từ 35% đến 70% (với các mùa trong năm đều như vậy);

Khi ngoài trời có nhiệt độ lớn hơn  $36^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ  $t_T$  chọn  $28 \div 30^{\circ}\text{C}$ , nhưng không quá  $30^{\circ}\text{C}$ ;

Khi nhiệt độ mùa nóng nhỏ hơn  $36^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ  $t_f$  chọn  $24 \div 27^{\circ}\text{C}$ .

Mùa lạnh ở nước ta chỉ có ở các tỉnh phía Bắc và nói chung nhiệt độ ngoài trời ít khi quá thấp. Nhân dân ta có tập quán ăn mặc quần áo ấm cả khi ở trong phòng, vì vậy nhiệt độ tính toán trong nhà mùa đông được chọn không cao làm để tiết kiệm năng lượng sưởi ấm. Có thể chọn  $t_f = 22 \div 24^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi_f = 40 \div 70\%$ . Có thể tham khảo đồ thị miền tiện nghi (h.1.8) để chọn trị số  $t_f$ ,  $\varphi_f$  cho hợp lý (chú ý, không chọn trị số  $\varphi_f$  mùa đông lớn vì khi có sưởi ấm muốn duy trì độ ẩm lớn ở trong nhà sẽ tốn nhiều năng lượng hơn).

b) Đối với các xí nghiệp công nghiệp hoặc các gian máy cần duy trì chế độ nhiệt ấm thích hợp thì trị số  $t_f$ ,  $\varphi_f$  được chọn theo yêu cầu công nghệ, còn điều kiện tiện nghi cho dễ tham khảo. Các thông số  $t_f$ ,  $\varphi_f$  thích hợp với một số ngành sản xuất và đối với sản xuất sợi dệt được cho trong bảng phụ lục.

## 2.2. Thông số tính toán ngoài trời

Có nhiều quan điểm khác nhau khi chọn thông số tính toán của không khí ngoài trời. Trước đây, theo các tài liệu của Liên Xô (cũ) người ta thường quen chọn nhiệt độ tính toán ngoài trời theo cấp ĐHKK. Như đã biết, hệ thống ĐHKK được phân thành ba cấp:

*Đối với hệ thống cấp I:*

Mùa nóng chọn  $t_N = t_{\max}$ ;  $\varphi_N = \varphi(t_{\max})$

Mùa lạnh chọn  $t_N = t_{\min}$ ;  $\varphi_N = \varphi(t_{\min})$ ;

*Đối với hệ thống cấp II:*

Mùa nóng chọn  $t_N = 0,5(t_{\max} + t_{tb\max})$ ;  $\varphi_N = 0,5 [\varphi(t_{\max}) + \varphi(t_{tb\max})]$

Mùa lạnh chọn  $t_N = 0,5(t_{\min} + t_{tb\min})$ ;  $\varphi_N = 0,5 [\varphi(t_{\min}) + \varphi(t_{tb\min})]$

*Đối với hệ thống cấp III:*

Mùa nóng chọn  $t_N = t_{tb\max}$ ;  $\varphi_N = \varphi(t_{tb\max})$

Mùa lạnh chọn  $t_N = t_{tb\min}$ ;  $\varphi_N = \varphi(t_{tb\min})$ .

Trong các công thức:

$t_{\max}$ ,  $t_{\min}$ : là nhiệt độ cao nhất tuyệt đối;

$t_{tb\max}$  và  $t_{tb\min}$  là nhiệt độ cực đại trung bình của tháng nóng nhất (tháng 6) và cực tiểu trung bình của tháng lạnh nhất (tháng 1);

$\varphi(t_{\max})$  và  $\varphi(t_{\min})$  là độ ẩm tương ứng nhiệt độ cao nhất và thấp nhất tuyệt đối;

$\varphi(t_{tb\max})$  và  $\varphi(t_{tb\min})$  là độ ẩm tương ứng với nhiệt độ cực đại và cực tiểu trung bình của tháng nóng nhất và tháng lạnh nhất.

Các trị số trên được cho trong bảng No2, No3, No4 và H1 (TCVN4088 – 85).

Đối với Hà Nội,  $t_{\text{max}} = 41,6^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{tbmax}} = 32,8^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{min}} = 3,1^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{tbmin}} = 13,8^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi(t_{\text{tbmax}}) = 83\%$  và  $\varphi(t_{\text{tbmin}}) = 80\%$ .

Năm 1992, Nhà nước Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam đã ban hành tiêu chuẩn thiết kế thông gió, ĐTKK và sưởi ấm (PL.17, TCVN 5687-1992), trong đó quy định chọn nhiệt độ tính toán ngoài trời khi thiết kế tương tự cách chọn theo cấp điều hòa nói trên, chỉ khác là trị số  $t_{\text{tbmin}}$  và các trị số  $\varphi$  đều quy định chọn theo nhiệt độ lúc 13 – 15 giờ (cũng tức là lúc  $\varphi$  đạt trị số cực tiểu trong ngày).

Do tiêu chuẩn Việt Nam về khí hậu xây dựng TCVN 4088 – 85 không cho độ ẩm lúc 13 – 15h nên TCVN 5687 – 1992 hướng dẫn cách xác định độ ẩm đó như sau:

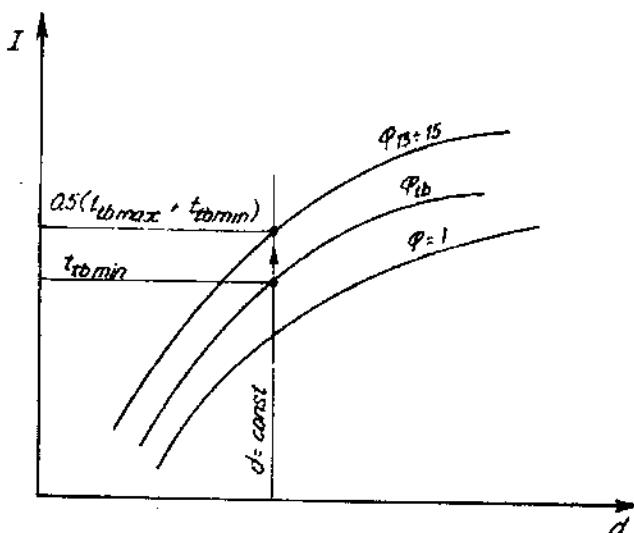
Xác định  $t_{\text{tbmax}}$  theo bảng N2,  $t_{\text{tbmin}}$  theo bảng N3 và độ ẩm trung bình  $\varphi_{\text{tb}}$ , của tháng tính toán (mùa hè hoặc mùa đông) của TCVN 4088 – 85.

Xác định giao điểm A của  $t_{\text{tbmin}}$  và  $\varphi_{\text{tb}}$ .

Xác định giao điểm B của  $d = \text{const}$  qua A và  $t = 0,5 \cdot (t_{\text{tbmax}} + t_{\text{tbmin}})$ .

Độ ẩm tương đối qua B là độ ẩm lúc 13 đến 15h cần tìm.

Xem hình 1-7 dưới đây:



Hình 1-7 Phương pháp xác định độ ẩm lúc 13 đến 15h theo chỉ dẫn của TCVN 5687 – 1992 từ các số liệu của TCVN 4088 – 85.

Bảng 1.3 giới thiệu các số liệu nhiệt độ và độ ẩm của các địa phương trích từ tiêu chuẩn TCVN 4088 – 85 dùng để tính toán cho các cấp điều hòa không khí, riêng độ ẩm lúc 13 ÷ 15h đã được định sẵn theo hướng dẫn như trên.

Bảng 1.3

*Nhiệt độ và độ ẩm của các địa phương dùng để tính toán hệ thống điều hòa không khí trích từ TCVN 4088 – 85, riêng  $\varphi_{13-15}$  tính toán theo chỉ dẫn của TCVN 5687 – 1992.*

TT	Địa phương	Nhiệt độ trung bình cả năm $t_{tb}$ °C	Mùa nóng				Mùa lạnh			
			$t_{tbmax}$ °C	$t_{max}$ °C	$\varphi_{tb}$ , %	$\varphi_{13-15}$ , %	$t_{tbmax}$ °C	$t_{max}$ °C	$\varphi_{tb}$ , %	$\varphi_{13-15}$ , %
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Lai Châu	23,1	33,3	42,5	80	58	13,2	4,9	80	56
2	Điện Biên	22,0	32,2	41,5	82	59	11,0	0,8	82	53
3	Lào Cai	22,8	32,7	42,8	81	62	13,2	2,2	85	66
4	Sa Pa	15,3	23,2	33,0	88	78	6,2	2,0	86	64
5	Sơn La	21,0	30,8	40,4	76	55	9,9	1,1	78	53
6	Mộc Châu	18,5	27,8	35,8	81	62	8,7	1,1	85	62
7	Sông Mã	22,4	24,0	43,6	78	53	11,3	0,5	80	52
8	Hà Giang	22,6	32,5	42,6	81	63	12,9	1,6	86	69
9	Tuyên Quang	23,0	32,8	41,4	84	65	13,0	0,4	83	66
10	Cao Bằng	21,5	32,0	42,4	79	61	10,5	1,8	78	59
11	Lạng Sơn	21,3	31,5	39,8	82	64	10,1	2,1	76	58
12	Thái Nguyên	23,0	32,8	41,5	82	64	12,9	3,0	78	62
13	Bắc Cạn	22,0	32,4	41,9	84	65	11,6	0,9	82	63
14	Bắc Giang	23,3	32,6	42,5	83	67	13,3	3,3	77	62
15	Hòn Gai	22,9	31,6	40,7	82	68	13,5	5,0	77	63
16	Móng Cái	22,5	31,2	39,1	86	73	12,1	1,1	79	63
17	Vĩnh Yên	23,6	33,9	41,8	81	64	13,9	2,2	78	63
18	Yên Bái	22,7	32,5	41,9	87	68	13,2	1,7	88	72
19	Việt Trì	23,3	32,6	42,3	83	75	13,8	3,1	82	66
20	Tam Đảo	18,0	26,0	35,5	89	75	9,3	0,7	86	78

21	Hà Nội	23,4	32,8	41,6	83	66	13,8	3,1	80	64
22	Hải Dương	23,5	32,3	40,4	83	69	13,8	3,1	80	64
23	Hưng Yên	23,3	32,4	42,3	85	69	13,8	3,6	83	66
24	Phú Liễn	23,0	32,8	41,5	86	71	14,2	4,5	83	68
25	Hải Phòng	23,5	32,1	41,8	83	68	14,1	5,2	76	63
26	Thái Bình	23,2	32,0	42,3	82	67	14,0	5,3	84	68
27	Sơn Tây	23,2	32,7	42,5	84	67	13,5	3,5	82	65
28	Hòa Bình	23,2	33,5	43,6	83	66	13,3	1,2	83	63
29	Nam Định	23,5	32,5	42,2	82	66	14,3	3,8	84	68
30	Ninh Bình	23,5	32,4	41,5	81	66	14,3	5,5	83	68
31	Nho Quan	23,4	33,0	43,2	81	64	13,6	1,8	82	64
32	Thanh Hóa	23,6	32,9	42,0	82	65	14,8	5,4	84	69
33	Yên Định	23,5	33,1	41,1	83	66	14,4	3,9	83	67
34	Hồi Xuân	23,1	33,4	43,3	86	69	14,0	3,1	85	65
35	Vinh	23,9	33,9	42,1	74	58	15,5	4,0	89	75
36	Tương Dương	23,7	34,4	44,6	81	57	14,5	3,1	82	61
37	Hà Tĩnh	23,9	33,9	41,1	75	59	15,7	7,0	90	76
38	Đồng Hới	24,4	33,5	42,8	72	55	16,5	7,7	88	73
39	Quảng Trị	25,0	34,0	40,1	74	55	17,3	9,3	90	73
40	Huế	25,2	34,5	40,0	73	55	17,4	8,8	90	75
41	Dà Nẵng	25,6	34,5	40,9	77	59	18,8	11,0	86	72
42	Quảng Ngãi	25,8	34,5	41,1	81	60	19,2	12,8	89	73
43	Quy Nhơn	26,7	33,7	42,1	74	59	20,7	15,0	82	63
44	Plâycu	21,7	29,6	34,8	76	54	13,3	5,6	76	51
45	Buôn Ma Thuột	23,4	23,5	39,4	82	58	17,2	7,4	80	61
46	Tuy Hòa	26,5	34,3	39,7	73	52	20,9	15,5	84	71
47	Nha Trang	26,5	33,7	39,5	79	59	20,7	14,6	78	67
48	Liên Khương	21,0	29,6	34,1	76	52	13,5	6,4	74	50
49	Bảo Lộc	21,3	29,6	33,5	83	70	13,1	4,5	81	53
50	Phan Thiết	26,6	32,2	37,6	82	65	20,0	12,4	76	58
51	Phước Long	26,2	34,9	38,3	69	48	18,7	12,4	69	64
52	Lộc Ninh	26,0	34,4	37,9	76	55	18,2	10,7	72	65
53	Vũng Tàu	25,8	31,8	38,4	85	63	21,7	15,0	82	68
54	Hiệp Hòa	27,7	34,1	39,0	77	54	19,2	12,5	76	52
55	Mỹ Tho	27,9	34,7	38,9	74	53	20,8	14,9	78	57

56	Vĩnh Long	26,6	33,0	36,4	76	58	21,4	16,4	78	62
57	Sóc Trăng	26,8	33,9	37,8	77	57	21,7	16,2	80	62
58	Cần Thơ	26,7	34,5	40,0	78	57	21,0	13,8	82	62
59	Côn Sơn	27,1	31,3	34,5	81	58	23,9	18,4	78	70
60	Rạch Giá	27,3	33,5	37,2	79	60	24,4	14,8	78	59
61	Phú Quốc	27,0	31,8	38,1	81	65	21,8	16,0	77	63
62	Cà Mau	26,5	33,1	38,3	81	60	21,2	15,3	83	63
63	Hoàng Sa	26,8	31,3	35,9	83	73	21,9	14,9	82	72
64	Tp Hồ Chí Minh	27,0	34,6	40,0	74	55	21,0	13,8	74	54

Thí dụ từ bảng 1-3 có thể xác định được các thông số tính toán ngoài trời cho điều hòa không khí tại Hà Nội (xem bảng 1-4) và thành phố Hồ Chí Minh (bảng 1-5).

Bảng 1.4

Thông số tính toán ngoài trời cho khu vực Hà Nội

Cấp điều hòa	Mùa nóng		Mùa lạnh	
	Nhiệt độ $t_N, {}^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\phi_N, \%$	Nhiệt độ $t_N, {}^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\phi_N, \%$
Cấp 1	41,6	66	3,1	64
Cấp 2	37,2		8,5	
Cấp 3	32,8		13,8	

Bảng 1.5

Thông số tính toán ngoài trời khu vực TP Hồ Chí Minh

Cấp điều hòa	Mùa nóng		Mùa lạnh	
	Nhiệt độ $t_N, {}^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\phi_N, \%$	Nhiệt độ $t_N, {}^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\phi_N, \%$
Cấp 1	40,0	55	Không có mùa lạnh	
Cấp 2	37,3			
Cấp 3	34,6			

## IV. CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

### 1. Các khâu của hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK)

Để thực hiện các chức năng của mình, mỗi hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK) đều phải bao gồm nhiều bộ phận thiết bị hợp thành, mỗi thiết bị thực hiện một chức năng riêng. Các thiết bị có cùng chức năng hợp thành một khâu. Giữa các khâu vẫn có mối liên hệ nhất định để hoàn thành các chức năng chung của hệ thống. Người ta có thể phân các thiết bị của hệ thống ĐHKK thành 4 khâu: khâu xử lí không khí; khâu vận chuyển và phân phối không khí; khâu năng lượng và khâu do lường - điều chỉnh, không chế tự động.

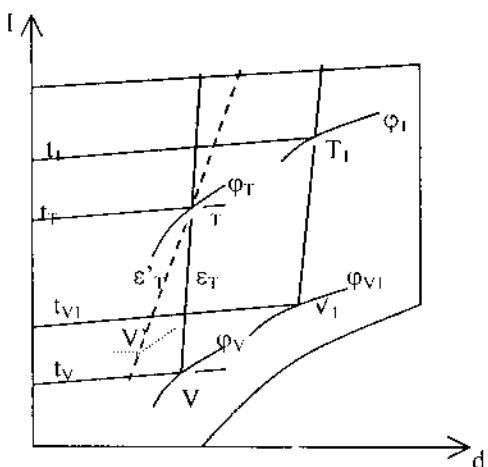
#### 1.1. Khâu xử lí không khí

Khâu này tạo ra chế độ nhiệt ẩm của không khí phù hợp với điều kiện tính toán, đồng thời bao đảm các tiêu chuẩn vệ sinh, để không khí trước khi thổi vào phòng có trạng thái định trước. Như vậy, khâu xử lí không khí bao gồm các thiết bị làm lạnh hoặc sấy nóng không khí, thiết bị làm ẩm không khí,... các thiết bị này thường đặt trong phòng máy điều hòa không khí, gọi tắt là buồng điều không. (Đôi khi trong buồng điều không còn có thêm thiết bị của khâu khác nữa).

Đây là khâu quan trọng nhất của hệ thống ĐHKK, điều này có thể thấy rõ qua phân tích dưới đây:

Nếu không khí thổi vào phòng có trạng thái  $V(t_V, \varphi_V)$ , do nhận nhiệt thừa và ẩm thừa trong phòng nên sẽ tự thay đổi trạng thái theo tia có trị số  $\varepsilon_T$  ( $\varepsilon_T$  được gọi là hệ số góc tia quá trình tự thay đổi trạng thái của không khí do nhận nhiệt thừa và ẩm thừa trong phòng). Trị số của  $\varepsilon_T$  chỉ phụ thuộc vào tương quan nhiệt thừa và ẩm thừa.

Trạng thái của không khí trong phòng lúc đó sẽ là  $T(t_T, \varphi_T)$ , (hình 1.8).



Nhưng nếu vị trí diêm thổi vào không còn là V, mà biến thành diêm  $V_1$  trong khi  $\varepsilon_T$  vẫn như cũ thì vị trí diêm T sẽ chuyển thành  $T_1(t_1, \varphi_1)$ . Như vậy có thể thấy rằng: nếu các điều kiện khác giữ không đổi, khi thay đổi trạng thái không khí trước khi thổi vào phòng thì trạng thái không khí trong phòng sẽ thay đổi. Nghĩa là muốn có trạng thái không khí trong phòng khi đã định trước thì phải xử lý không khí đến trạng thái trước khi thổi vào (trên đồ thị I – d là diêm V) phù hợp với chương trình định trước. Chính khâu xử lý không khí làm nhiệm vụ này.

Cũng cần nói thêm: ngay cả khi trong phòng thay đổi chế độ thải nhiệt, thải ẩm: (nghĩa là thay đổi trị số  $\varepsilon_T$ ) thì bằng cách thay đổi vị trí diêm thổi vào cũng có thể đạt được trạng thái trong phòng (trên hình 1-8, trạng thái V' thay cho V khi  $\varepsilon'_T$  thay cho  $\varepsilon_T$ ).

### 1.2. Khâu vận chuyển và phân phối không khí

Khâu này có nhiệm vụ đưa không khí đã được xử lý đến nơi cần thiết trong phòng, tại đó sẽ diễn ra quá trình trao đổi không khí giữa lượng không khí được thổi vào với lượng không khí trong phòng đã bị ô nhiễm bởi nhiệt, ẩm, bụi ... sản sinh trong quá trình sinh hoạt sản xuất.

Không khí được dẫn từ buồng điều không đến gian máy nhờ quạt gió và các ống dẫn. Trong phòng có ĐHKK, không khí được phân phối vào vùng làm việc nhờ hệ thống các miệng thổi gió (vùng làm việc là khoảng không gian trong gian máy tính từ mặt sàn đến độ cao 2m). Một phần không khí được tuần hoàn trở lại buồng điều không (để tiết kiệm năng lượng) nhờ hệ thống các miệng hút gió và đường ống gió hồi, quạt gió hồi. Một phần không khí được bổ sung qua cửa lấy gió, một phần được thải ra ngoài trời qua cửa thải gió,...

Như vậy, khâu vận chuyển và phân phối không khí thường bao gồm: quạt cấp gió, quạt gió hồi; đường ống dẫn gió cấp, đường ống gió hồi; các miệng thổi gió, các miệng hút gió; các cửa lấy gió và cửa thải gió,...

### 1.3. Khâu cung cấp năng lượng

Khâu này làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng cho hệ thống ĐHKK hoạt động, khâu này bao gồm: các động cơ điện dẫn động các thiết bị bơm, quạt, máy nén; nguồn hơi nước hoặc nước nóng cấp nhiệt cho sưởi ấm (nếu có), hệ thống cấp thoát nước; hệ thống lạnh cấp lạnh cho các buồng điều không,...

Khâu năng lượng chiếm phần lớn chi phí đầu tư cũng như chi phí vận hành của toàn hệ thống. Các thiết bị của khâu này thường được đặt riêng thành từng trạm (ví dụ, trạm biến thế điện, trạm lạnh trung tâm,...).

Các thiết bị của khâu năng lượng đã được nghiên cứu kỹ trong các sách chuyên môn, vì vậy trong cuốn sách này chỉ đề cập đến những phần có liên quan.

#### **1.4. Khâu đo lường và điều khiển, không chế tự động**

Các thiết bị đo lường có nhiệm vụ chỉ thị hoặc ghi lại các thông số về nhiệt độ, độ ẩm tương đối của không khí trong gian máy, ngoài trời, sau khi được xử lý, ... nhiệt độ và áp suất của nước lạnh, lưu lượng nước lạnh nước nóng, lưu lượng không khí, ...

Các thiết bị không chế, điều khiển tự động bao gồm các bộ phận cảm biến được nối với các cơ cấu thửa hành được biến đổi trực tiếp thành tín hiệu điện tác động lên các cơ cấu điều khiển để tự động đóng mở các van nước lạnh, các cửa điều chỉnh gió, thay đổi công suất các sợi đốt gia nhiệt, v.v. (các thiết bị của hệ thống lạnh, hệ thống điện thực hiện các chức năng bảo vệ an toàn của các thiết bị lạnh và các thiết bị điện không kể vào khâu này của hệ thống DHKK).

Tùy theo mức độ sai lệch cho phép mà các thiết bị đo lường, tự động điều chỉnh, không chế có thể rất hiện đại mà cũng có thể rất đơn giản, ví dụ, ở máy điều hòa nhiệt độ cửa sổ chỉ có bộ cảm biến tự động đóng ngắt điện khi nhiệt độ giàn lạnh xuống thấp hơn trị số định trước.

Người ta xem xét cấu trúc của một hệ thống DHKK chủ yếu qua mối liên hệ giữa các khâu của hệ thống. Thông thường, trong sơ đồ nguyên lý của hệ thống DHKK người ta ít khi thể hiện hai khâu cuối.

### **2. Các hệ thống điều hòa không khí**

#### **2.1. Hệ thống kiểu trung tâm**

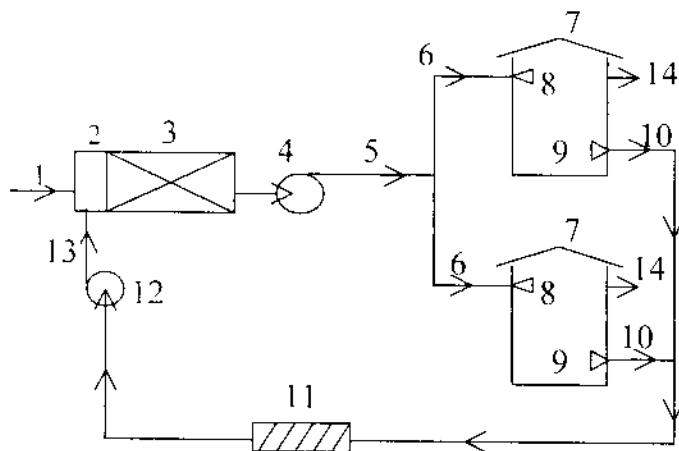
##### **2.1.1. Kiểu xử lý không khí trung tâm**

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống được trình bày trên hình 1.9. Đây là sơ đồ thông dụng của hệ thống kiểu xử lý không khí trung tâm và còn có tên gọi là sơ đồ kín (do có tuần hoàn không khí).

Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau:

Không khí ngoài trời qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 đi vào buồng hòa trộn 2 đặt trong buồng điều không ; tại đây được hòa trộn với không khí tuần hoàn; sau đó qua thiết bị xử lý nhiệt 3 (bộ phận chính của buồng điều không). Không khí sau khi được xử lý nhiệt 3 đến trạng thái định trước sẽ được quạt cấp gió 4 vận chuyển theo đường ống dẫn gió chính 5 rồi chia đi các

dường ống nhánh 6 tới từng gian điều hòa 7. Tại đó qua hệ thống các miệng thổi 8, không khí cấp khi trao đổi với không khí trong phòng sẽ nhận nhiệt, âm và bụi từ các nguồn trong phòng thải ra, tự thay đổi trạng thái; sau đó được hút qua các miệng hút gió 9 rồi theo các đường ống gió hồi 10 đến thiết bị khử bụi 11. Sau khi được làm sạch bụi, không khí tuần hoàn được quạt gió hồi 12 đưa trở lại một phần vào hệ thống tại buồng hòa trộn 2; còn một phần được thải ra ngoài trời qua cửa thải gió có lá điều chỉnh 13.



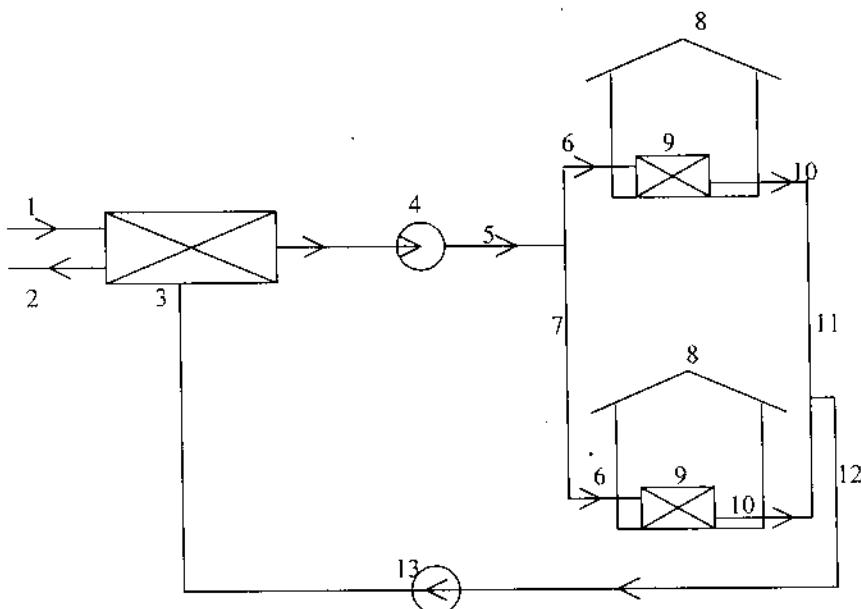
Hình 1-9. Sơ đồ ĐHKK kiểu xử lý không khí trung tâm

Với sơ đồ hở, cấu trúc của hệ thống trung tâm đơn giản hơn nhiều: hệ thống chỉ gồm các thiết bị (chi tiết) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 và cửa thải trực tiếp 14: không khí sau khi trao đổi trong phòng được thải toàn bộ ra ngoài trời mà không có tuần hoàn.

### 2.1.2. Kiểu xử lý nước trung tâm

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống được trình bày trên hình 1.10. Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau:

Mỗi chất lạnh của hệ thống lạnh đi theo đường (1,2) vào thiết bị bay hơi (3) làm lạnh nước tuần hoàn. Nước lạnh được bơm cấp nước lạnh (4) cấp đi theo đường ống cấp (5) vào ống góp (7) và ống nhánh (6) đi vào các FCU (9) [Fan Coil Unit] để trao đổi nhiệt với không khí trong không gian điều hòa (8). Nước lạnh sau khi làm lạnh không khí trong phòng đi theo ống nhánh (10) vào ống góp hồi (11) và đi theo ống hồi (12) vào bơm hồi (13) quay trở lại thiết bị bay hơi (3) khép kín vòng tuần hoàn.



Hình 1-10: Sơ đồ ĐHKK kiểu xử lý nước trung tâm

Như vậy, hệ thống điều hòa không khí kiểu trung tâm có đặc điểm là: nhiều gian điều hòa có chung một buồng xử lí không khí hoặc xử lí nước, do đó tiết kiệm được thiết bị và mặt bằng, giảm được chi phí đầu tư. Tuy vậy hệ thống này có nhiều nhược điểm:

Mỗi gian điều hòa có yêu cầu riêng về nhiệt độ và độ ẩm nhưng lại được cung cấp cùng một loại không khí hoặc cùng một loại nước lạnh đã được xử lí như nhau, do đó thường phải đặt thêm thiết bị phụ trợ cho các nơi có yêu cầu riêng (ví dụ, thiết bị phun ẩm bổ sung cho nơi cần độ ẩm lớn hơn, hoặc máy điều hòa nhiệt độ cục bộ cho nơi cần thiết nhiệt độ thấp hơn...).

Hệ thống có đường ống trớ lực lớn, tiêu phí nhiều điện năng dẫn động quạt, bơm và vật liệu làm ống dẫn:

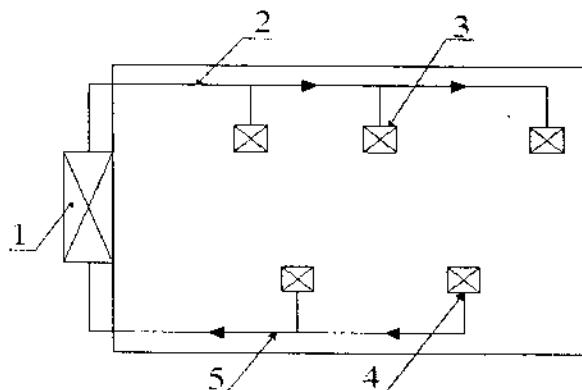
Đối với hệ thống ĐHKK xử lí không khí trung tâm, do đường ống gió nối thông với các gian điều hòa với nhau nên có nguy cơ lây lan hỏa hoạn khi một nơi bị cháy. Hoặc khi có sự cố máy lạnh trung tâm thì toàn bộ hệ thống ngừng hoạt động.

Hệ thống rất khó lắp đặt các thiết bị không chế, điều chỉnh tự động do các gian điều hòa có đặc điểm thải nhiệt, thải ẩm khác nhau và yêu cầu chế độ nhiệt độ, độ ẩm trong phòng cũng không giống nhau.

Hệ thống kiểu trung tâm thường hay lắp đặt cho các công trình công cộng (nhà văn hóa, rạp hát, thư viện, ...) hoặc cho các xí nghiệp kiểu cũ cải tạo lại nay lắp thêm hệ thống ĐHKK.

## 2.2 Hệ thống kiểu tổ hợp

Hệ thống điều hoà không khí kiểu tổ hợp ( Hay còn gọi là kiểu ĐHKK bán trung tâm ). Hệ thống này cũng có thể là kín hoặc hở. Hình 1.11 trình bày sơ đồ nguyên lý của hệ thống (kín).



Hình 1-11. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa không khí kiểu tổ hợp

1 - Máy ĐHKK kiểu tổ hợp; 2 - Đường ống gió cấp;  
3 - Miệng thổi; 4 - Miệng hối; 5 - Đường ống hối;

Điểm khác nhau căn bản giữa hệ thống điều hoà kiểu tổ hợp với các hệ thống điều hoà trung tâm là: mỗi gian điều hòa được trang bị một máy điều hoà kiểu tổ hợp có buồng điều không và hệ thống vận chuyển phân phối không khí riêng, hoạt động độc lập với nhau. Vì vậy hệ thống kiểu tổ hợp có nhiều ưu điểm:

- Không khí được xử lí theo đúng yêu cầu của từng nơi, do đó thường không cần thiết bị phụ trợ;
- Dễ dàng tự động hóa khâu điều chỉnh, không chế;
- Hệ thống ống dẫn ngắn, trở lực nhỏ cho phép sử dụng các quạt dọc trực có năng suất gió lớn, cột áp bé, kích thước gọn, dễ lắp đặt;
- Hệ thống đường ống độc lập nên ít có nguy cơ lây lan hỏa hoạn.
- Tuy nhiên hệ thống đòi hỏi chi phí đầu tư lớn, mặt bằng cần rộng rãi, vận hành phức tạp và tốn kém hơn hệ trung tâm.

Ngày nay các xí nghiệp hiện đại đều được lắp đặt kiểu này (ví dụ, nhà máy sợi Hà Nội).

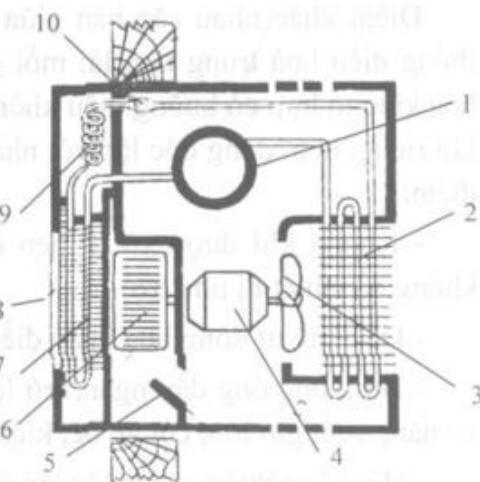
### 2.3. Máy DHKK kiểu đặc chung

Máy DHKK kiểu đặc chung là loại máy điều hoà được thiết kế để lắp đặt cho các trường hợp ứng dụng đặc biệt như lắp trên các phương tiện vận tải: Điều hoà trên ôtô, điều hoà trên tàu hoả, điều hoà trên tàu thủy...hoặc dùng để lắp cho các toà nhà cao tầng như máy VRV, VRF chỉ cần 1 phần tử ngoài nhà (Cục nóng) đặt trên nóc của toà nhà là có thể kết nối được với 16 phần tử đặt trong nhà, tối đa có thể kết nối với 64 phần tử trong nhà, rất thích hợp với các khách sạn, các công sở....có nhiều phòng mà không có không gian để lắp các phần tử ngoài nhà nếu khi sử dụng máy điều hoà cục bộ. Đặc biệt các loại máy VRV, VRF còn áp dụng kỹ thuật biến tần để điều chỉnh năng suất lạnh nên rất tiết kiệm năng lượng và có khả năng tự động hoá cao.

### 2.4. Hệ thống kiểu cục bộ

Đặc điểm của hệ thống kiểu cục bộ là chỉ có tác dụng trong phạm vi hẹp của không gian. Thông thường, hệ thống cục bộ được chế tạo dưới dạng một tủ con, trong đó có bố trí đủ cả 4 khâu hệ thống (thường không có hệ thống ống dẫn gió; các cửa phân phối gió đặt ngay trên mặt trước của vỏ máy). Các máy DHKK cục bộ chỉ có chức năng làm lạnh (hoặc có cả thiết bị sưởi ấm) mà không có chức năng tăng ẩm (ví dụ, các máy BK 1500, BK 2500 của Liên Xô). Các máy điều hòa cục bộ thường có năng suất lạnh và năng suất gió nhỏ, lắp đặt thích hợp cho các phòng hẹp.

Một số máy được tách riêng thành 2 phần, gọi là "máy hai phần tử". Phần tử ngoài nhà gồm: máy nén, dàn nóng và quạt thải nhiệt đặt trong cùng một vỏ. Phần tử trong nhà gồm: dàn lạnh, quạt cấp gió, cửa thổi và hút gió, ... đặt trong cùng một vỏ khác. Một số máy DHKK còn được bố trí kết nối nhiều phần tử trong nhà với một phần tử đặt ngoài nhà. Hình 1.12 trình bày cấu trúc một máy DHKK kiểu cục bộ (mặt chiếu bằng).



Hình 1-12. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa không khí

Hệ thống lạnh được đặt bên trong vỏ máy gồm máy nén 1 (dạng block kín), tác nhân lạnh (là freon) từ máy nén được làm mát trong dàn ngưng tụ 2 (còn gọi là dàn nóng), sau đó được qua lọc ẩm nhờ phin lọc 10 rồi tiết lưu tới áp suất bão hòa nhờ ống mao 9. Nhiệt thải từ dàn ngưng được quạt gió nóng và máy nén lấy từ các khe ở thành bên. Trong dàn bay hơi 7, tác nhân lạnh bay hơi, lấy nhiệt của không khí, sau đó qua ống hút vào bầu dẫn nở và ống tiêu ẩm về máy nén 1 tiếp tục chu kỳ sau.

Không khí đã được làm lạnh nhờ quạt ly tâm 6 thổi qua các cửa cấp gió đặt ở phía trên, mặt trước vỏ máy; không khí tuần hoàn được hút vào quạt qua tấm lọc bụi 8 và dàn lạnh 7. Không khí bổ sung được lấy từ cửa gió 5 có thể điều chỉnh độ mở bằng tay tùy số lượng người trong phòng. Việc đóng mở máy, điều chỉnh lưu lượng quạt gió, đóng mở cửa gió 5 được thực hiện nhờ các núm đặt ở bảng điều khiển. Lưu lượng quạt gió được thay đổi bằng cách thay đổi cách đấu dây của động cơ 4. Động cơ được nối đồng trực với các quạt 3 và 6.

Như vậy, trong máy ĐHKK kiểu cục bộ ở trên các thiết bị thuộc về khâu năng lượng gồm 1, 2, 3, 4, 9, 10. Khâu xử lí không khí gồm 7, 8; khâu vận chuyển và phân phối không khí gồm cửa 5, quạt 6 và các cửa cấp gió, lấy gió ở mặt chính (không thể hiện trong hình vẽ).

Các máy ĐHKK cục bộ tuy chỉ có tác dụng trong phạm vi hẹp của không gian, nhưng do gọn, làm việc chắc chắn, dễ lắp đặt và vận hành, sửa chữa, ... nên được dùng rất rộng rãi, đặc biệt thích hợp cho các phòng hẹp, các nơi không có yêu cầu cần duy trì độ ẩm nghiêm ngặt.

## Câu hỏi và bài tập

1. Hãy nêu các tính chất nhiệt động của không khí ẩm?
2. Hãy nêu cấu tạo các đồ thị trạng thái của không khí ẩm?
3. Hãy nêu các ảnh hưởng của môi trường không khí đến con người và sản xuất?
4. Hãy nêu định nghĩa về điều hòa không khí?
5. Hãy nêu phương pháp chọn các thông số tính toán của hệ thống ĐHKK? Cho ví dụ?
6. Hãy nêu cách phân loại hệ thống ĐHKK?

## Chương 2

# CÂN BẰNG NHIỆT ẨM TRONG PHÒNG VÀ CÁC QUÁ TRÌNH, PHƯƠNG PHÁP, THIẾT BỊ XỬ LÝ NHIỆT ẨM CHO KHÔNG KHÍ

### **Mục tiêu**

- Hiểu rõ các khái niệm cơ bản về tính toán nhiệt ẩm.
- Biết tính toán nhiệt ẩm bằng phương pháp Carrier.
- Nắm được các quá trình xử lý không khí ẩm trên đồ thị  $t - d$ .
- Hiểu rõ các phương pháp và thiết bị xử lý nhiệt ẩm của không khí.

### **Nội dung tóm tắt**

- Đại cương về tính toán cân bằng nhiệt ẩm.
- Tính toán cân bằng nhiệt ẩm bằng phương pháp Carrier.
- Các quá trình xử lý không khí ẩm trên đồ thị  $t - d$ .
- Các phương pháp và thiết bị xử lý nhiệt ẩm không khí.

### **I. ĐẠI CƯƠNG VỀ TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NHIỆT ẨM**

Hiện nay ở nước ta tồn tại 2 phương pháp tính nhiệt:

Phương pháp tính theo các tài liệu của nước Nga, ta gọi là phương pháp truyền thống vì đã dùng từ lâu.

Phương pháp tính theo các nước Anh, Mỹ, Nhật ... mà các tài liệu trong nước gọi là phương pháp Carrier (Willis H. Carrier ông tổ của ngành ĐHKK - người Mỹ). Đây là phương pháp mới đối với Việt Nam, tuy nhiên chúng ta cần tiếp cận với nó bởi vì ngày nay hầu như tất cả các máy ĐHKK đều nhập hoặc lắp ráp ở Việt Nam đều của các hãng ở các nước Anh, Mỹ, Nhật,...

## 1. Phương pháp truyền thống

Ở phương pháp truyền thống người ta tính toán hai đại lượng nhiệt thừa ( $Q_T$ ) và ẩm thừa ( $W_T$ ) để làm cơ sở xác định hệ số góc tia quá trình tự biến đổi không khí trong phòng  $\varepsilon_T$ :

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

Dây là đại lượng quan trọng để xây dựng sơ đồ ĐHKK trên đồ thị I-d.

Lượng nhiệt thừa  $Q_T$  được tính như sau:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11} + Q_{bs}, \text{ W} \quad (2-1)$$

Trong đó:

$Q_1$ : Nhiệt tỏa ra từ máy móc

$Q_2$ : Nhiệt tỏa ra từ đèn chiếu sáng

$Q_3$ : Nhiệt tỏa ra từ người

$Q_4$ : Nhiệt tỏa ra từ bán thành phẩm

$Q_5$ : Nhiệt tỏa ra từ bề mặt trao đổi nhiệt

$Q_6$ : Nhiệt tỏa ra do bức xạ mặt trời qua cửa kính

$Q_7$ : Nhiệt tỏa ra do bức xạ mặt trời qua kết cấu bao che

$Q_8$ : Nhiệt tỏa ra do dò lọt không khí qua cửa

$Q_9$ : Nhiệt thẩm thấu qua kết cấu vách bao che

$Q_{10}$ : Nhiệt thẩm thấu qua trần

$Q_{11}$ : Nhiệt thẩm thấu qua nền

$Q_{bs}$ : Nhiệt tổn thất bổ sung do ảnh hưởng của gió và hướng vách vật nóng lên khi đi qua quạt và đường ống dẫn không khí.

Lượng ẩm thừa  $W_T$  được tính như sau:

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \text{ kg/s} \quad (2-2)$$

Trong đó:

$W_1$  : Lượng ẩm do người tỏa ra trong phòng

$W_2$  : Lượng ẩm do bay hơi từ bán thành phẩm

$W_3$  : Lượng ẩm do bay hơi đoạn nhiệt từ sàn ẩm

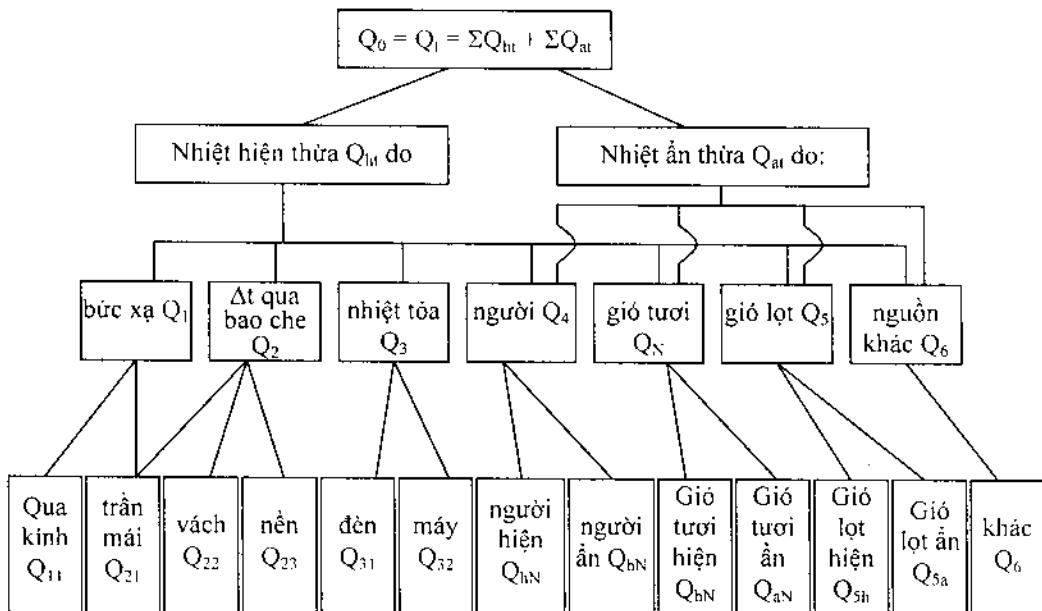
$W_4$  : Lượng ẩm do hơi nước nóng tỏa vào phòng.

## 2. Phương pháp Carrier

Phương pháp tính tải lạnh Carrier chỉ khác phương pháp truyền thống ở cách xác định năng suất lạnh  $Q_o$  mùa hè và năng suất sưởi  $Q_s$  mùa đông bằng cách tính riêng tổng nhiệt hiện thừa  $Q_{ht}$  và nhiệt ẩn thừa  $Q_{at}$  của mọi nguồn nhiệt tỏa và thẩm thấu tác động vào phòng điều hòa:

$$Q_o = Q_s = \sum Q_{ht} + \sum Q_{at} \quad (2-3)$$

Hình 2.1 giới thiệu sơ đồ tính các nguồn nhiệt hiện thừa và nhiệt ẩn thừa theo Carrier.



Hình 2.1 Sơ đồ tính toán các nguồn nhiệt hiện và nhiệt ẩn theo Carrier.

Nhiệt tản thất do bức xạ  $Q_1$ , bao che  $Q_2$  và nhiệt tỏa  $Q_3$  chỉ có nhiệt hiện. Riêng nhiệt tỏa do người, gió tươi và gió rò lọt gồm 2 phần nhiệt hiện và nhiệt ẩn.

Ngoài ra ở các phân xưởng, xí nghiệp hoặc không gian điều hòa nào có các nguồn tỏa nhiệt hiện và nhiệt ẩn khác như các dụng cụ nhà bếp ví dụ nồi lẩu, thức ăn bay hơi, các ống dẫn chất lỏng, các thiết bị trao đổi nhiệt, các bán thành phẩm đưa vào, các thiết bị tỏa nhiệt ... thì cần thiết phải tính bổ sung thêm. Đối với hệ thống điều hòa có ống gió cũng cần phải tính bổ sung tản thất nhiệt trên ống gió.

Cần phải tính năng suất gió thổi vào, gió hồi, gió tươi, nhiệt độ thổi vào, nhiệt độ các thành phần... tiến hành giống như phương pháp truyền thống.

Các phương pháp lập sơ đồ điều hòa mùa hè, mùa đông cũng như các sơ đồ thẳng, tuần hoàn 1 cấp, 2 cấp và phun ẩm bổ sung trong gian máy đều giống như phương pháp truyền thống, khác biệt duy nhất là tất cả tiến hành trên đồ thị t-d (âm đồ) của không khí theo Carrier.

### 3. Sự khác nhau cơ bản của 2 phương pháp

Ở phương pháp truyền thống, khái niệm tổng nhiệt thừa (ví dụ về mùa hè)  $Q_T$  chưa phải là năng suất lạnh  $Q_0$  nếu bỏ qua tồn thắt của không khí lạnh khi đi qua quạt và đường ống thì  $Q_T$  vẫn nhỏ hơn  $Q_0$ , bởi vì ở đây khi tính toán  $Q_T$  người ta chưa kể đến nhiệt của không khí ngoài trời đưa vào phòng theo yêu cầu thông gió.

Ở phương pháp Carrier thì tổng nhiệt thừa (ví dụ về mùa hè)  $Q_T$  chính là năng suất lạnh  $Q_0$  ( $Q_T = Q_0$ ) nếu ta bỏ qua tồn thắt nhiệt của không khí khi đi qua quạt và đường ống dẫn. Bởi vậy trong các catalog máy ví dụ của FCU hay AHU người ta ký hiệu TH (Total Heat) đây là tổng nhiệt thừa cũng chính là năng suất lạnh. Đặc biệt là người ta không cần tính lượng ẩm thừa như phương pháp truyền thống.

Trong giới hạn của tài liệu này, chúng tôi chỉ xin trình bày cách tính nhiệt theo phương pháp Carrier, còn cách tính nhiệt theo phương pháp truyền thống bạn đọc có thể tham khảo trong các tài liệu Hướng dẫn thiết kế hệ thống ĐIHKK có sẵn trong nước.

## II. TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NHIỆT ẨM BẰNG PHƯƠNG PHÁP CARRIER

### 1. Nhiệt bức xạ qua kính $Q_{11}$

Phần lớn các kính cửa sổ đều thẳng đứng, trừ một số ít cửa sổ ở tầng áp mái có cửa sổ nghiêng hoặc tum có cửa sổ nằm ngang.

Mặt trời mọc ở hướng Đông, lặn ở hướng Tây. Bức xạ mặt trời tác động vào bề mặt tường đứng, nghiêng hoặc ngang là liên tục thay đổi. Cửa sổ quay hướng Đông sẽ nhận bức xạ cực đại vào 9 đến 9 giờ sáng và kết thúc 12 giờ trưa. Cửa sổ quay hướng Tây sẽ nhận bức xạ cực đại lúc 4 đến 5 giờ chiều và

nếu là cửa sổ nằm ngang trên mái tum thì sẽ nhận bức xạ cực đại vào 12 giờ trưa. Cửa sổ quay về hướng Bắc ở  $20^\circ$  vĩ bắc thì hầu như không nhận bức xạ trực tiếp mặt trời, quay về hướng Nam thì bức xạ cũng rất hạn chế. Khi có tấm che nắng như ô văng, cửa chớp, màn chắn thì bức xạ vào phòng sẽ giảm hẳn. Rõ ràng bức xạ qua kính là rất phức tạp, không đồng thời và khó xác định chính xác. Biểu thức sau đây chỉ để xác định gần đúng theo kinh nghiệm nhiệt bức xạ qua kính:

$$Q_{11} = n_t Q'_{11} \quad (2-4)$$

$n_t$  - hệ số tác dụng tức thời (xem hình 4.2 ÷ 5.3 và bảng 4.6 ÷ 4.8).

$$Q'_{11} = F \cdot R_T \cdot \varepsilon_{ds} \cdot \varepsilon_{mm} \cdot \varepsilon_{kh} \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_r \cdot \varepsilon_c \cdot W \quad (2-5)$$

$Q'_{11}$  - lượng nhiệt bức xạ tức thời qua kính vào phòng.

$F$  – diện tích bề mặt kính cửa sổ có khung thép,  $m^2$ , nếu là khung gỗ lấy bằng  $0,85F$ .

$R_T$  - nhiệt bức xạ mặt trời qua cửa kính vào trong phòng,  $W/m^2$  (xem bảng 4.1). Giá trị  $R_T$  phụ thuộc vào vĩ độ, tháng, hướng của kính, cửa sổ, giờ trong ngày và ở độ cao bằng mực nước biển ( $H = 0$ ) ở đây lấy góc tới trung bình của tia bức xạ là  $30^\circ$ , tốc độ gió mặt ngoài kính  $2,5m/s$ , mặt trong kính  $1 m/s$ .

Nếu hệ thống điều hòa nhiệt độ hoạt động 24/24h hoặc từ 6 giờ sáng đến 4 giờ chiều (trong các ngày có nắng có thể lấy ngay lượng nhiệt bức xạ mặt trời cực đại qua cửa kính trong phòng  $R_{T_{max}}$  cho trong bảng 4.2 để tính toán. Bảng 4.2 là rút gọn của bảng 4.1, chỉ gồm các giá trị cực đại của  $R_T$ .

$\varepsilon_c$  - hệ số ảnh hưởng của độ cao so với mặt nước biển, tính theo công thức:

$$\varepsilon_c = 1 + 0,023 \cdot \frac{H}{1000}, \quad (2-6)$$

$\varepsilon_{ds}$  - hệ số kể đến ảnh hưởng của độ chênh giữa nhiệt độ động sương của không khí quan sát so với nhiệt độ động sương của không khí ở trên mặt nước biển là  $20^\circ C$ , xác định theo công thức:

$$\varepsilon_{ds} = 1 - 0,13 \cdot \frac{t_s - 20}{10} \quad (2-7)$$

$\varepsilon_{mm}$  - hệ số ảnh hưởng của mây mù, khi trời không mây  $\varepsilon_{mm} = 1$  khi trời có mây  $\varepsilon_{mm} = 0,85$ .

$\varepsilon_{kh}$  - hệ số ảnh hưởng của khung, khung gỗ lấy  $\varepsilon_{kh} = 1$ , khung kim loại lấy  $\varepsilon_{kh} = 1,17$ ;

$\varepsilon_m$  - hệ số kính, phụ thuộc màu sắc và kiểu loại kính khác với kính cơ bản (xem bảng 2-3). Kính cơ bản là loại kính trong suốt, dày 3mm có hệ số hấp thụ  $\alpha = 6\%$ , hệ số phản xạ  $\rho = 8\%$ , ứng với góc tới của tia phản xạ là  $30^\circ$ .

$\varepsilon_r$  - hệ số mặt trời, kể đến ánh hường của kính cơ bản khi có màn che bên trong kính (xem bảng 2-4), khi không có màn che bên trong  $\varepsilon_r = 1$ .

Nếu khác kính cơ bản và có rèm (màn) che bên trong, nhiệt bức xạ mặt trời tính theo công thức (2-5) nhưng  $\varepsilon_r = 1$  và  $R_T$  được thay thế bằng nhiệt bức xạ vào phòng khác kính cơ bản  $R_K$ :

$$Q'_{11} = F \cdot R_K \cdot \varepsilon_{ds} \cdot \varepsilon_{mm} \cdot \varepsilon_{kh} \cdot \varepsilon_m, \text{ W} \quad (2-8)$$

với:

$$R_K = [0,4\alpha_k + \tau_k(\alpha_m + \tau_m + \rho_k \rho_m + 0,4\alpha_k \alpha_m)] R_N \quad (2-9)$$

$$R_N = \frac{R_r}{0,88} \quad (2-10)$$

$R_N$  - bức xạ mặt trời đến bên ngoài mặt kính;

$R_T$  - bức xạ mặt trời qua kính vào trong không gian điều hòa (xem biểu thức 4.2 và bảng 2.1);

$\alpha_k, \tau_k, \rho_k, \alpha_m, \tau_m, \rho_m$  - hệ số hấp thụ, xuyên qua, phản xạ của kính và màn che, giới thiệu trong bảng 2-3.

Bảng 2-1

Lượng bức xạ mặt trời qua kính vào phòng  $R$ ,  $W/m^2$

Vĩ độ $0^\circ$		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Bắc	0	142	205	233	246	252	259	252	246	233	205	142
	Đông Bắc	0	375	492	486	419	300	167	63	44	41	35	19
	Đông	0	366	464	426	293	136	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	0	117	132	85	47	44	44	44	44	41	35	19
	Nam	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
	Tây Nam	0	19	35	41	44	44	44	44	47	85	132	117
	Tây	0	19	35	41	44	44	44	136	293	426	464	366
	Tây Bắc	0	19	35	41	44	63	167	300	419	486	492	375
	mặt nằm ngang	0	88	274	264	602	684	713	684	602	464	274	88

Vĩ độ O°		Giờ mặt trời												
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
5 và 7	Bắc	0	117	170	192	205	208	211	208	205	192	170	117	
	Đông Bắc	0	372	483	473	391	271	136	50	44	41	35	19	
	Đông	0	382	479	438	303	136	44	44	44	41	35	19	
	Đông Nam	0	145	164	114	57	44	44	44	44	41	35	19	
	Nam	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19	
	Tây Nam	0	19	35	41	44	44	44	44	57	114	164	145	
	Tây	0	19	35	41	44	44	44	136	303	438	479	382	
	Tây Bắc	0	19	35	41	44	50	136	271	391	473	483	372	
	mặt nằm ngang	0	91	287	476	615	703	735	703	615	476	287	91	
4 và 8	Bắc	0	54	88	98	104	107	107	107	104	98	88	54	
	Đông Bắc	0	347	445	419	322	192	76	44	44	41	38	19	
	Đông	0	407	514	467	325	145	44	44	44	41	38	19	
	Đông Nam	0	211	249	205	110	47	44	44	44	41	38	19	
	Nam	0	19	38	41	44	44	44	44	44	41	38	19	
	Tây Nam	0	19	38	41	44	44	44	47	110	205	249	211	
	Tây	0	19	38	41	44	44	44	145	325	465	514	407	
	Tây Bắc	0	19	38	41	44	44	76	192	322	419	445	347	
	mặt nằm ngang	0	98	306	473	650	738	773	738	650	473	306	98	
3 và 9	Bắc	0	19	38	41	44	44	44	44	44	41	38	19	
	Đông Bắc	0	300	372	319	214	98	44	44	44	41	38	19	
	Đông	0	423	527	476	337	148	44	44	44	41	38	19	
	Đông Nam	0	300	372	319	214	98	44	44	44	41	38	19	
	Nam	0	19	38	41	44	44	44	44	44	41	38	19	
	Tây Nam	0	19	38	41	44	44	44	98	214	319	372	300	
	Tây	0	19	38	41	44	44	44	148	337	476	527	423	
	Tây Bắc	0	19	38	41	44	44	44	98	214	319	372	300	
	mặt nằm ngang	0	101	315	514	662	757	789	757	662	514	315	101	
	Bắc	0	19	38	41	44	44	44	44	44	41	38	19	
	Đông Bắc	0	211	249	205	110	47	44	44	44	41	38	19	
	Đông	0	407	514	467	325	145	44	44	44	44	38	19	

Vĩ độ 0°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2 và 10	Đông Nam	0	347	445	419	322	192	76	44	44	41	38	19
	Nam	0	54	88	98	104	107	107	107	104	98	88	54
	Tây Nam	0	19	38	41	44	44	75	192	322	419	445	347
	Tây	0	19	38	41	44	44	44	145	325	467	514	407
	Tây Bắc	0	19	38	41	44	44	44	47	101	205	249	211
	mặt nằm ngang	0	98	306	473	650	738	773	738	650	473	306	98
1 và 11	Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
	Đông Bắc	0	145	164	114	57	44	44	44	44	41	35	19
	Đông	0	382	479	438	303	136	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	0	372	483	473	391	271	136	50	44	41	35	19
	Nam	0	117	170	192	205	208	211	208	205	192	170	19
	Tây Nam	0	19	35	41	44	50	136	271	391	473	483	19
12	Tây	0	19	35	41	44	44	44	136	303	438	479	382
	Tây Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	57	114	164	145
	mặt nằm ngang	0	91	287	476	615	703	735	703	615	476	287	91
	Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
	Đông Bắc	0	117	132	85	47	44	44	44	44	41	35	19
	Đông	0	366	464	426	293	136	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	0	375	492	486	419	300	167	63	44	41	35	19
	Nam	0	142	205	233	246	252	259	252	246	233	205	142
	Tây Nam												
	Tây												
	Tây Bắc												
	mặt nằm ngang												

Vĩ độ 10°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Bắc	60	139	158	142	139	136	129	136	139	142	158	139
	Đông Bắc	173	413	483	442	334	205	88	44	44	41	35	25
	Đông	170	423	489	438	309	129	44	44	44	41	35	25

6	Đông Nam	57	155	173	136	79	44	44	44	44	41	35	25
	Nam	6	25	35	41	44	44	44	44	44	41	35	25
	Tây Nam	6	25	25	41	44	44	44	44	79	136	173	155
	Tây	6	25	25	41	44	44	44	129	309	438	489	423
	Tây Bắc	6	25	25	41	44	57	88	205	334	442	483	413
	mặt nằm ngang	13	139	337	524	647	735	766	735	647	524	337	139
5 và 7	Bắc	16	107	123	110	104	98	95	98	104	110	123	107
	Đông Bắc	132	401	467	419	344	177	69	44	44	41	35	22
	Đông	158	426	498	448	309	136	44	44	44	41	35	22
	Đông Nam	82	180	208	177	101	44	44	44	44	41	35	22
	Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	44	41	35	22
	Tây Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	101	177	208	180
4 và 8	Tây	3	22	35	41	44	44	44	136	309	448	498	426
	Tây Bắc	3	22	35	41	44	44	69	177	344	419	467	401
	mặt nằm ngang	9	132	337	524	662	744	779	744	662	524	337	132
	Bắc	3	47	50	47	47	44	44	44	47	47	50	47
	Đông Bắc	54	356	410	350	252	107	44	44	44	41	35	22
	Đông	79	435	514	470	328	145	44	44	44	41	35	22
3 và 9	Đông Nam	57	249	296	268	189	85	44	44	44	41	35	22
	Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	44	41	35	22
	Tây Nam	3	22	35	41	44	44	44	85	189	268	396	249
	Tây	3	22	35	41	44	44	44	145	252	470	514	435
	Tây Bắc	3	22	35	41	44	44	44	107	237	350	410	356
	mặt nằm ngang	6	120	331	527	672	763	789	763	672	527	331	120

	Tây	3	19	35	41	44	44	44	148	334	476	517	410
	Tây Bắc	3	19	35	41	44	44	44	54	142	252	325	281
	mặt nằm ngang	3	98	306	505	653	741	779	741	653	505	306	98
2 và 10	Bắc	0	16	32	41	44	44	44	44	44	41	32	16
	Đông Bắc	0	183	208	139	88	44	44	44	44	41	32	16
	Đông	0	372	489	457	315	126	44	44	44	41	32	16
	Đông Nam	0	325	464	470	388	255	145	57	44	41	32	16
	Nam	0	57	126	173	205	224	230	224	205	173	126	57
	Tây Nam	0	16	32	41	44	57	145	255	388	470	464	325
	Tây	0	16	32	41	44	44	44	126	315	457	489	372
	Tây Bắc	0	16	32	41	44	44	44	44	88	139	208	183
	mặt nằm ngang	0	69	268	438	609	694	735	694	609	438	268	69
1 và 11	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	85	117	54	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0	312	451	416	293	123	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	312	483	508	460	344	221	98	54	38	28	13
	Nam	0	110	205	287	303	328	334	328	303	287	205	110
	Tây Nam	0	13	28	38	54	98	221	344	460	508	483	312
	Tây	0	13	28	38	41	44	44	123	293	416	451	312
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	54	117	85
	mặt nằm ngang	0	54	196	413	552	637	662	637	552	413	196	54
12	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	47	88	54	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0	271	432	410	287	132	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	312	486	514	470	382	249	114	73	38	28	13
	Nam	0	158	233	296	344	366	378	366	344	296	233	158
	Tây Nam	0	13	28	38	73	144	249	382	470	514	486	312
	Tây	0	13	28	38	41	44	44	132	287	410	432	271
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	54	88	47
	mặt nằm ngang	0	44	208	378	527	609	637	609	527	378	208	44

Vĩ độ 20°		Giờ mặt trời												
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
6	Bắc	88	129	104	79	60	54	47	54	60	79	104	129	
	Đông Bắc	255	454	385	262	120	47	44	44	44	38	28	9	
	Đông	255	467	505	451	303	129	44	44	44	44	38	28	
	Đông Nam	88	196	230	208	139	66	44	44	44	44	38	28	
	Nam	9	28	38	44	44	44	44	44	44	44	38	28	
	Tây Nam	9	28	38	44	44	44	44	66	139	208	230	196	
	Tây	9	28	38	44	44	44	44	129	302	541	505	467	
	Tây Bắc	9	28	38	44	44	44	47	120	262	385	454	468	
	mặt nằm ngang	35	189	382	555	681	732	789	732	681	555	382	189	
5 và 7	Bắc	63	88	73	54	47	44	44	44	47	54	73	88	
	Đông Bắc	224	416	435	350	230	98	44	44	44	41	38	25	
	Đông	237	467	514	457	312	145	44	44	44	41	38	25	
	Đông Nam	98	221	268	249	180	91	44	44	44	41	38	25	
	Nam	9	25	38	44	44	44	44	44	44	41	38	25	
	Tây Nam	9	25	38	44	44	44	44	91	180	249	268	221	
	Tây	9	25	38	41	44	44	44	145	312	457	514	467	
	Tây Bắc	9	25	38	41	44	44	44	98	230	350	435	416	
	mặt nằm ngang	25	173	372	552	681	757	792	757	681	552	372	173	
4 và 8	Bắc	19	32	35	41	44	44	44	44	44	41	35	32	
	Đông Bắc	142	350	372	281	158	57	44	44	44	41	35	22	
	Đông	167	448	520	470	334	161	44	44	44	41	35	22	
	Đông Nam	91	281	356	341	309	173	63	44	44	41	35	22	
	Nam	6	22	35	44	63	76	82	76	63	44	35	22	
	Tây Nam	6	22	35	41	44	44	63	173	309	341	356	281	
	Tây	6	22	35	41	44	44	44	161	334	470	520	148	
	Tây Bắc	6	22	35	41	445	44	44	57	158	281	372	350	
	mặt nằm ngang	16	151	337	527	662	741	779	741	662	527	337	151	

Vĩ độ 20°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3 và 9	Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
	Đông Bắc	0	262	274	186	69	44	44	44	44	41	35	19
	Đông	0	410	514	470	328	142	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	0	312	429	442	378	265	129	47	44	44	35	19
	Nam	0	25	69	120	164	199	205	199	164	120	69	25
	Tây Nam	0	19	35	41	44	47	129	265	378	442	429	312
	Tây	0	19	35	41	44	44	44	142	328	470	514	410
	Tây Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	69	186	247	262
	mặt nằm ngang	0	95	293	483	624	710	735	710	624	483	293	95
2 và 10	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	139	164	91	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0	312	464	445	315	155	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	287	460	505	470	375	233	85	41	38	28	13
	Nam	0	66	158	240	293	335	350	334	293	240	158	66
	Tây Nam	0	13	28	38	41	85	233	375	470	505	460	287
1 và 11	Tây	0	13	28	38	41	44	44	155	315	445	464	312
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	91	164	139
	mặt nằm ngang	0	57	214	401	539	618	656	618	539	401	214	57
	Bắc	0	9	25	35	41	41	41	41	41	35	25	9
	Đông Bắc	0	76	82	44	41	41	41	41	41	35	25	9
11	Đông	0	224	404	401	287	136	41	41	41	35	25	9
	Đông Nam	0	230	450	517	498	426	287	145	50	35	25	9
	Nam	0	88	218	315	388	429	445	429	388	315	218	88
	Tây Nam	0	9	25	35	50	145	287	426	498	517	454	230
11	Tây	0	9	25	35	38	41	41	136	287	401	404	224
	Tây Bắc	0	9	25	35	38	41	41	41	41	41	82	76
	mặt nằm ngang	0	16	151	319	460	542	568	542	460	319	151	16

Vĩ độ 20°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12	Bắc	0	6	22	35	38	41	41	41	38	35	22	6
	Đông Bắc	0	44	57	38	38	41	41	41	38	35	22	6
	Đông	0	177	372	382	268	107	41	41	38	35	22	6
	Đông Nam	0	186	438	527	501	423	306	189	63	35	22	6
	Nam	0	79	233	350	416	460	470	460	416	350	233	79
	Tây Nam	0	6	22	35	63	198	306	423	501	527	438	186
	Tây	0	6	22	35	38	41	41	107	268	382	372	177
	Tây Bắc	0	6	22	35	38	41	41	41	38	38	57	44
	mặt nằm ngang	0	13	114	290	246	508	536	508	426	290	114	13

Vĩ độ 30°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Bắc	104	91	57	44	44	44	44	44	44	44	57	91
	Đông Bắc	331	410	306	173	60	44	44	44	44	38	32	16
	Đông	341	492	508	451	309	139	44	44	44	44	38	32
	Đông Nam	132	237	284	284	230	139	54	44	44	44	38	32
	Nam	16	32	38	44	47	60	66	60	47	44	38	32
	Tây Nam	16	32	38	44	44	44	54	139	230	284	284	237
	Tây	16	32	38	44	44	44	44	139	309	451	508	492
	Tây Bắc	16	32	38	44	44	44	44	60	173	306	410	438
	mặt nằm ngang	60	192	413	568	684	757	789	757	684	568	413	182
5 và 7	Bắc	69	63	44	44	44	44	44	44	44	44	44	63
	Đông Bắc	293	413	388	281	145	50	44	44	44	41	38	28
	Đông	315	489	517	457	312	139	44	44	44	41	38	28
	Đông Nam	132	259	315	315	262	167	69	44	44	41	38	28
	Nam	13	28	38	44	63	85	95	85	63	44	38	28
	Tây Nam	13	28	38	41	44	44	44	167	262	315	315	258

Vĩ độ 30°		Giờ mặt trời												
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Tây	13	28	38	41	44	44	44	139	312	457	517	489	
	Tây Bắc	13	28	38	41	44	44	44	50	145	281	388	412	
	mặt nằm ngang	47	208	388	555	675	744	776	744	675	555	388	208	
4 và 8	Bắc	19	25	35	41	41	44	44	44	41	41	35	25	
	Đông Bắc	173	341	315	208	85	44	44	44	41	41	35	25	
	Đông	208	464	520	467	322	145	44	44	41	431	35	25	
	Đông Nam	117	309	401	407	353	258	123	47	41	41	35	25	
	Nam	6	25	41	85	148	183	198	183	148	85	41	25	
	Tây Nam	6	25	35	41	41	47	123	259	353	407	401	309	
	Tây	6	25	35	41	41	44	44	145	322	467	520	464	
	Tây Bắc	6	25	35	41	41	44	44	44	85	208	315	341	
	mặt nằm ngang	19	148	337	508	631	710	741	710	631	508	337	148	
3 và 9	Bắc	0	16	32	38	41	44	44	44	41	38	32	16	
	Đông Bắc	0	233	284	126	47	44	44	44	41	38	32	16	
	Đông	0	391	498	454	325	151	44	44	41	38	32	16	
	Đông Nam	0	309	413	479	445	356	211	79	41	38	32	16	
	Nam	0	28	57	189	259	309	331	309	259	189	57	28	
	Tây Nam	0	16	32	38	41	79	211	356	445	479	413	309	
	Tây	0	16	32	38	41	44	44	151	325	454	498	391	
	Tây Bắc	0	16	32	38	41	44	44	44	47	126	284	233	
	mặt nằm ngang	0	79	255	426	565	637	669	637	565	426	255	79	
2 và 10	Bắc	0	9	25	35	38	41	44	41	38	35	25	9	
	Đông Bắc	0	140	123	57	38	41	44	41	38	35	25	9	
	Đông	0	249	426	416	296	136	44	41	38	35	25	9	
	Đông Nam	0	230	448	514	501	429	290	148	47	35	25	9	
	Nam	0	57	180	290	382	438	457	438	382	290	180	57	
	Tây Nam	0	9	25	35	47	148	290	429	501	514	448	230	
	Tây	0	9	25	35	38	41	44	136	296	416	426	294	
	Tây Bắc	0	9	25	35	38	41	44	41	38	57	123	104	
	mặt nằm ngang	0	19	155	315	451	539	565	538	451	315	155	19	

Vĩ độ 30°		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11	Bắc	0	3	19	28	35	38	38	38	35	28	19	3
	Đông Bắc	0	25	50	28	35	38	38	38	35	28	19	3
	Đông	0	85	344	366	262	110	38	38	35	28	19	3
	Dông Nam	0	88	401	508	511	451	328	202	73	28	19	3
	Nam	0	32	214	344	432	486	501	486	432	344	214	32
	Tây Nam	0	3	19	28	73	202	328	451	511	508	401	88
	Tây	0	3	19	28	35	38	38	110	262	366	344	85
	Tây Bắc	0	3	19	28	35	38	38	38	35	28	50	25
	mặt nằm ngang	0	6	85	224	344	429	457	429	344	224	38	6
	Bắc	0	0	13	28	35	38	38	38	35	28	13	0
12	Đông Bắc	0	0	32	28	35	38	38	38	35	28	13	0
	Đông	0	0	290	331	252	101	38	38	35	28	13	0
	Dông Nam	0	0	360	495	511	451	341	227	88	28	13	0
	Nam	0	0	202	356	448	501	514	501	448	356	202	0
	Tây Nam	0	0	13	28	88	227	341	451	511	495	360	0
	Tây	0	0	13	28	35	38	38	101	252	331	290	0
1	Tây Bắc	0	0	13	28	35	38	38	38	35	28	32	0
	mặt nằm ngang	0	0	60	189	306	385	413	385	306	189	60	0

Bảng 2-2

Lượng bức xạ mặt trời lớn nhất  $R_{T_{max}}$  xâm nhập qua cửa kính  
 loại cơ bản vào trong phòng,  $W/m^2$   
 (rút gọn của bảng 2-1)

Vĩ độ (Bắc)	Tháng	Hướng								
		Bắc	Đông Bắc	Đông	Đông Nam	Nam	Tây Nam	Tây	Tây Bắc	mặt năm ngang
0	6	492	464	132	44	132	464	492	713	
	7 và 5	151	483	479	164	44	164	479	483	735
	8 và 4	79	445	514	294	44	294	514	445	773
	9 và 3	32	372	527	372	44	372	527	372	789
	10 và 2	32	249	514	445	107	445	514	249	773
	11 và 1	32	164	479	483	211	483	479	164	735
	12	32	132	464	492	259	492	464	132	713
10	6	126	483	489	173	44	173	489	483	766
	7 và 5	95	467	498	208	44	208	498	467	779
	8 và 4	41	410	514	296	44	296	514	410	789
	9 và 3	32	325	517	401	88	401	517	325	779
	10 và 2	32	208	489	470	230	470	489	208	725
	11 và 1	28	117	451	508	334	508	451	117	662
	12	28	88	432	514	378	514	432	88	637
20	6	82	486	505	230	44	230	505	486	789
	7 và 5	60	435	514	268	44	268	514	435	792
	8 và 4	35	372	520	356	82	356	520	372	779
	9 và 3	32	274	514	442	205	442	514	274	735
	10 và 2	28	164	464	505	350	505	464	164	656
	11 và 1	25	82	404	517	445	517	404	82	568
	12	25	57	382	527	470	527	382	57	536

30	6	63	438	508	284	66	284	508	438	789
	7 và 5	50	413	517	315	95	315	517	413	776
	8 và 4	35	341	520	407	199	407	520	341	741
	9 và 3	28	284	498	479	331	479	498	284	668
	10 và 2	25	123	426	514	457	514	426	123	565
	11 và 1	22	50	366	511	501	511	366	50	457
	12	19	38	331	511	514	511	331	38	413

### Hệ số tác dụng trực thời $n_t$

Từ biểu thức (2-4) ta có:

$$n_t = \frac{Q_{11}}{Q'_{11}} \quad (2-11)$$

$Q_{11}$  - là nhiệt lượng tác dụng trực tiếp đến phụ tải lạnh.

$Q'_{11}$  - là lượng nhiệt bức xạ trực thời qua kính vào phòng nhưng không tác dụng trực tiếp đến phụ tải lạnh. Có thể coi:

$$Q'_{11} = Q_{11} + Q_{tr}$$

$Q_{tr}$  - là phần bức xạ bị hấp thụ bởi vách, trần, nền và các đồ vật trong nhà, sau một thời gian mới tỏa vào không khí. Do đó  $Q'_{11}$  không trùng pha với  $Q_{11}$  cả ở thời điểm đạt cực đại và không cực đại.

Bảng 2-3  
Đặc tính bức xạ và hệ số kính của các loại kính  $\epsilon_m$

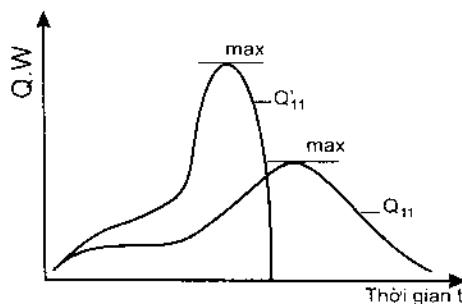
Loại kính	Hệ số hấp thụ $\alpha_k$	Hệ số phản xạ	Hệ số xuyên qua	Hệ số kính $\epsilon_m$
Kính cơ bản	0,06	0,08	0,86	1,00
Kính trong, phẳng, dày 6mm	0,15	0,08	0,77	0,94
Kính Spectrafloat, màu đồng nâu, 6mm	0,34	0,10	0,56	0,80
Kính Antisun, màu đồng nâu, 6mm	0,51	0,05	0,44	0,73
Kính Antisun, màu đồng nâu, 12mm	0,74	0,05	0,21	0,58
Kính Calorex, màu xanh, 6mm	0,75	0,05	0,20	0,57
Kính Stopray, màu vàng, 6mm	0,36	0,39	0,25	0,44
Kính trong tráng màng phản xạ RS20,6mm	0,44	0,44	0,12	0,34
Kính trong tráng màng phản xạ A18,4 mm	0,30	0,53	0,17	0,33

Bảng 2-4  
Đặc tính bức xạ của màn che và hệ số mặt trời  $\epsilon_r$ ,

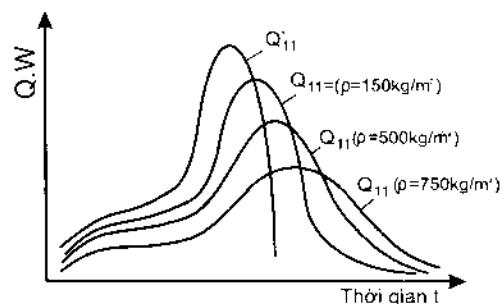
Loại màn che, rèm cửa	Hệ số hấp thụ $\alpha_m$	Hệ số phản xạ $\rho_m$	Hệ số xuyên qua $\tau_m$	Hệ số mặt trời $\epsilon_r$
Mành mành màu sáng	0,37	0,51	0,12	0,56
màu trung bình	0,58	0,39	0,03	0,65
màu tối	0,72	0,27	0,01	0,75
Màn che loại Metalon 310/2	0,29	0,48	0,23	0,58
Màn che Brella trắng kiểu Hà lan	0,09	0,77	0,14	0,33

Hình 2-2 biểu diễn sự lệch pha đó trong thời gian 24 giờ (coi hệ thống DHKK hoạt động liên tục 24/24h một ngày) do tác động tích nhiệt của vách, tường, trần, nền và đồ đạc. Tác động tích nhiệt càng lớn khi mật độ (khi mật độ khối lượng riêng) vật liệu càng lớn và như vậy  $Q_{11}$  có cực đại càng nhỏ (xem hình 2-3) và càng lệch xa  $Q'_{11max}$ . Như vậy, vách càng dày, chức năng điều hòa nhiệt độ càng tốt, càng thuận lợi cho hệ thống DHKK.

Không những bức xạ mặt trời qua kính gây ra tích và trễ nhiệt mà nhiều nguồn nhiệt tỏa khác cũng có hiện tượng tương tự. Bảng 2-5 giới thiệu thành phần nhiệt bức xạ của các nguồn nhiệt tỏa đó.



Hình 2-2 Sự lệch pha của nhiệt lượng bức xạ mặt trời tức thời  $Q'_{11}$  với phụ tải lạnh  $Q_{11}$  do sự tích và trễ nhiệt của vật liệu vách, trần, nền ...



Hình 2-3 Sự lệch pha của  $Q'_{11}$  và  $Q_{11}$  phụ thuộc vào mật độ (khối lượng riêng), diện tích của vật liệu xây dựng sàn, trần, vách tường.

*Bảng 2-5*  
*Thành phần nhiệt bức xạ của các nguồn nhiệt tỏa*

<b>Nguồn nhiệt tỏa</b>	<b>Bức xạ, %</b>	<b>Đối lưu, %</b>
Bức xạ mặt trời qua kính không màn che	100	0
Bức xạ mặt trời qua kính có màn che	58	42
Ánh sáng đèn ống	50	50
Ánh sáng đèn dây tóc	80	20
Nhiệt tỏa từ người	40	60
Máy móc, dụng cụ (phụ thuộc bề mặt, nhiệt độ bề mặt càng lớn, thành phần bức xạ càng nhiều)	20 ÷ 80	80 ÷ 20

Bảng 2-6 giới thiệu hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của bức xạ mặt trời có màn che bên trong khi hệ thống điều hòa nhiệt độ hoạt động 24/24h và coi nhiệt độ không khí trong phòng không đổi.

Bảng 2-7 giới thiệu hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của bức xạ qua kính trần (không màn che) hoặc không có bóng râm bên ngoài, khi hệ thống điều hòa hoạt động 24/24h, nhiệt độ không khí trong phòng không đổi.

Bảng 2-6

*Hệ số tia động từ thời của lượng bức xạ mặt trời qua cửa kính có màn che bên trong  
(điều hòa 24/24h, nhiệt độ không khí trong phòng không đổi)*

Hướng	C kg/m <sup>2</sup> sắn	Sáng										Sáng													
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Nam	≥700	0.06	0.06	0.23	0.38	0.51	0.60	0.66	0.64	0.59	0.42	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	
	500	0.04	0.04	0.22	0.38	0.52	0.63	0.70	0.71	0.69	0.59	0.45	0.26	0.22	0.18	0.16	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	
	150	0.10	0.21	0.43	0.63	0.77	0.86	0.88	0.82	0.56	0.50	0.24	0.16	0.11	0.08	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0	0	
Đông Nam	≥700	0.04	0.28	0.47	0.59	0.64	0.62	0.63	0.41	0.27	0.24	0.24	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	
	500	0.03	0.28	0.47	0.61	0.67	0.65	0.57	0.44	0.29	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	
	150	0	0.30	0.57	0.75	0.84	0.81	0.69	0.50	0.30	0.20	0.17	0.13	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0	0	
Đông	≥700	0.39	0.56	0.62	0.59	0.49	0.33	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.12	0.10	0.09	0.06	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	
	500	0.40	0.58	0.65	0.63	0.52	0.35	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.09	0.08	0.07	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	
	150	0.46	0.70	0.80	0.79	0.64	0.42	0.25	0.19	0.16	0.14	0.11	0.09	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0	
Đông Bắc	≥700	0.47	0.58	0.42	0.27	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.15	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	
	500	0.48	0.60	0.57	0.46	0.30	0.24	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	
	150	0.55	0.76	0.73	0.58	0.36	0.24	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.07	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0	
Tây Bắc	≥700	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.33	0.49	0.61	0.60	0.19	0.17	0.16	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	
	500	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.34	0.52	0.65	0.64	0.23	0.18	0.16	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	
	150	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.17	0.39	0.63	0.80	0.79	0.28	0.18	0.12	0.06	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0
Tây	≥700	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.33	0.49	0.61	0.60	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	
	500	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.16	0.34	0.52	0.65	0.64	0.23	0.18	0.16	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	
	150	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.17	0.39	0.63	0.80	0.79	0.28	0.18	0.12	0.06	0.06	0.05	0.03	0.02	
Tây Nam	≥700	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.24	0.39	0.53	0.63	0.66	0.61	0.47	0.23	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	
	500	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.24	0.40	0.35	0.56	0.70	0.64	0.50	0.26	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	
	150	0.03	0.04	0.06	0.07	0.07	0.069	0.23	0.47	0.67	0.81	0.86	0.79	0.60	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.01	0.03	0.02	0.01	0	
Bắc	≥700	0.08	0.36	0.67	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.90	0.86	0.82	0.73	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14
	500	0.06	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.93	0.90	0.86	0.82	0.72	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12
	150	0	0.25	0.74	0.83	0.86	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.97	0.92	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02

Bảng 2-7

*Hệ số tác động tức thời  $n_t$  của bức xạ mặt trời qua cửa kính trần (không màn che) hoặc có bóng râm bên ngoài  
(Hoạt động 24/24h, nhiệt độ Không khí Không đổi)*

Hướng	G kg/m <sup>2</sup> sắn	Sáng												Sáng											
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Chiều, tối																									
Đông Bắc	≥ 700	0.17	0.27	0.33	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
	500	0.19	0.31	0.36	0.39	0.36	0.34	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.12	0.10	0.07	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
	150	0.31	0.56	0.65	0.61	0.46	0.33	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0
Đông	≥ 700	0.16	0.26	0.34	0.39	0.40	0.38	0.34	0.30	0.28	0.26	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06
	500	0.16	0.29	0.40	0.46	0.46	0.42	0.36	0.31	0.28	0.26	0.23	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04
	150	0.27	0.50	0.67	0.73	0.68	0.53	0.38	0.27	0.22	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0
Đông Nam	≥ 700	0.08	0.14	0.22	0.71	0.38	0.43	0.44	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	500	0.05	0.12	0.23	0.35	0.44	0.49	0.51	0.47	0.41	0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06
	150	0	0.18	0.40	0.59	0.72	0.77	0.72	0.60	0.44	0.32	0.23	0.18	0.14	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0
Nam	≥ 700	0.10	0.10	0.13	0.20	0.28	0.35	0.42	0.48	0.51	0.51	0.48	0.42	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	500	0.07	0.06	0.12	0.20	0.30	0.39	0.48	0.54	0.58	0.57	0.53	0.45	0.37	0.31	0.24	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.08
	150	0	0	0.12	0.29	0.48	0.64	0.75	0.82	0.81	0.75	0.61	0.42	0.28	0.19	0.13	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0
Tây Nam	≥ 700	0.11	0.10	0.10	0.10	0.14	0.21	0.29	0.36	0.43	0.47	0.46	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12
	500	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.14	0.22	0.31	0.42	0.50	0.53	0.51	0.44	0.35	0.29	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.09
	150	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.12	0.34	0.53	0.68	0.78	0.76	0.68	0.46	0.29	0.20	0.14	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
Tây	≥ 700	0.12	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.13	0.19	0.27	0.36	0.42	0.44	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.12
	500	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.12	0.19	0.30	0.40	0.48	0.51	0.42	0.36	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09
	150	0.02	0.04	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.14	0.29	0.49	0.67	0.76	0.75	0.53	0.33	0.22	0.15	0.11	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
Tây Bắc	≥ 700	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.17	0.25	0.34	0.39	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10
	500	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.19	0.29	0.40	0.46	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08
	150	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.10	0.13	0.27	0.48	0.65	0.73	0.49	0.31	0.21	0.16	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
Bắc	≥ 700	0.16	0.23	0.33	0.41	0.52	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.59	0.52	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.17
	500	0.11	0.33	0.44	0.54	0.62	0.62	0.66	0.70	0.74	0.76	0.79	0.80	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.29	0.27	0.23	0.18	0.18	0.16	0.13
	150	0	0.48	0.66	0.76	0.87	0.87	0.91	0.43	0.95	0.97	0.98	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01

Bảng 2-8 giới thiệu hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của bức xạ ánh sáng đèn và người với nhiệt độ trong nhà không đổi. Trong trường hợp người quá đông và dày đặc như rạp hát, rạp chiếu bóng, vũ trường thì lấy  $n_t = 1$  vì lúc này bức xạ nhiệt từ người tới vách tường bị giảm đi rất nhiều. Bảng 2-8 cũng được dùng cho máy móc thiết bị hoạt động theo chu kỳ với bề mặt nóng ở bên ngoài.

Trong các bảng từ 2-6 đến 2-8,  $n_t = f(g_s)$  trong đó  $g_s$  là mật độ (khối lượng riêng) diện tích trung bình,  $\text{kg}/\text{m}^2$ , của toàn bộ kết cấu bao che vách, trần, sàn. Giá trị  $g_s$  xác định như sau:

$$g_s = \frac{G' + 0,5 \cdot G''}{F_s} \quad (2-12)$$

$G'$  - khối lượng tường có mặt tiếp xúc với bức xạ mặt trời và của sàn nằm trên mặt đất, kg;

$G''$  - khối lượng của tường có mặt ngoài không tiếp xúc với bức xạ mặt trời và của sàn không nằm trên mặt đất, kg;

$F_s$  - diện tích sàn,  $\text{m}^2$ .

Bảng 2-8

*Hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của nhiệt ánh sáng và nhiệt hiện của con người (nhiệt độ không khí trong phòng không đổi, thời gian sử dụng ánh sáng đèn 10 giờ, nếu ánh sáng đèn dùng 24 giờ như hệ thống điều hòa thì hệ số  $n_t = 1$ )*

Máy hoạt động	$g_s$ $\text{kg}/\text{m}^2$ sàn	Số giờ sau khi bật đèn										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24 giờ	$\geq 700$	0,37	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87
	500	0,21	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90
	150	0,25	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,98	0,98	0,99
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	$\geq 700$	0,26	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
	500	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07
	150	0,17	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0
												0

### Ví dụ 2-1

Xác định lượng nhiệt bức xạ mặt trời lớn nhất có khả năng xâm nhập vào không gian điều hòa qua một cửa sổ bằng kính tại Hà Nội, cửa sổ quay về hướng Đông tháng 6, khung kim loại, nhiệt độ đọng sương trung bình ( $t_s = 27^\circ\text{C}$ ), kính cơ bản, diện tích cửa sổ kể cả khung là  $4\text{m}^2$ .

*Giải*

Hà Nội nằm ở bán cầu Bắc, vĩ độ 20.

Tra bảng 4.2 được  $R_{T\max} = 505 \text{ W/m}^2$  vào lúc nào đó và một ngày nào đó tháng 6.

Tra bảng 4.1 ta được  $R_{T\max} = 505 \text{ W/m}^2$  vào lúc 8 giờ sáng vào một ngày nào đó của tháng 6. Ta thấy khi tra bảng 4.2 ta phải tự hiểu là cửa sổ hướng Đông có  $R_{T\max}$  vào lúc 8 đến 9 giờ sáng, hướng Tây khoảng 4 đến 5 giờ chiều. Do có các chênh lệch so với giá trị mốc nên cần có các hiệu chỉnh như sau:

$$\varepsilon_{ds} = 1 - 0,13 \cdot \frac{t_s - 20}{10} = 1 - 0,13 \cdot \frac{27 - 20}{10} = 0,909$$

Do có nhiệt độ đọng sương lớn nên  $\varepsilon_{ds}$  giảm:

Hiệu chỉnh về độ cao: Hà Nội cao hơn mực nước biển 13m nhưng giả thiết là căn phòng này nằm ở tầng 36 nên cao hơn mực nước biển khoảng 100m, ta có hệ số hiệu chỉnh như sau:

$$\varepsilon_c = 1 + 0,023 \cdot \frac{H}{1000} = 1 + 0,023 \cdot \frac{100}{1000} = 1,0023$$

Khi xét bức xạ lớn nhất có nghĩa là trời không có mây  $\varepsilon_{mm} = 1$ .

Khung bằng kim loại nên  $\varepsilon_{kh} = 1,17$ .

Do là kính cơ bản nên  $\varepsilon_m = 1$ .

Vì không có màn che nên  $\varepsilon_r = 1$ .

Vậy ta có:

$$Q'_{11} = 4,505 \cdot 1,0023 \cdot 0,909 \cdot 1,17 \cdot 1,1 = 2153 \text{ W}$$

Giả sử hệ thống điều hòa hoạt động 24/24h,  $g_s = 700 \text{ kg/m}^2$ , tìm được  $n_t$  lớn nhất vào lúc 8 giờ sáng là:

$$n_t = 0,62$$

Tải lạnh lớn nhất rơi vào 8 giờ sáng sẽ là:

$$Q_{11} = 0,62 \cdot Q'_{11} = 1335 \text{ W.}$$

### Ví dụ 2-2

Các điều kiện giống như ví dụ 2-1 nhưng ở đây không dùng kính cơ bản mà dùng kính 6mm có màn chắn màu trung bình. Xác định nhiệt bức xạ lớn nhất xâm nhập vào phòng.

Giải

Với kính khác cơ bản, có màn che, xác định  $Q'_{11}$  theo biểu thức (2-8):

$$Q'_{11} = F \cdot R_K \cdot \varepsilon_{ds} \cdot \varepsilon_{mm} \cdot \varepsilon_{kh} \cdot \varepsilon_m, \quad W$$

với:

$$R_K = [0,4\alpha_k + \tau_k(\alpha_m + \tau_m + \rho_k \rho_m + 0,4\alpha_k \alpha_m)] R_N$$

$$R_N = \frac{R_T}{0,88} = \frac{505}{0,88} = 574 \text{ W}$$

Tra bảng 2-3 với kính trong dày 6mm được:  $\alpha_k = 0,15$ ;  $\rho_k = 0,08$ ;  $\tau_k = 0,77$  và hệ số kính  $\varepsilon_m = 0,94$ :

Tra bảng 2-4 cho màn che màu trung bình ta có:  $\alpha_m = 0,58$ ;  $\rho_m = 0,39$ ; hệ số xuyên qua  $\tau_m = 0,03$  và hệ số mặt trời  $\varepsilon_T = 0,62$ .

Thay vào ta được:

$$R_K = [0,4 \cdot 0,15 + 0,77 \cdot (0,58 + 0,03 + 0,08 \cdot 0,39 + 0,4 \cdot 0,15 \cdot 0,58)] \cdot 574$$

$$R_K = 333 \text{ W/m}^2.$$

Vậy:

$$Q'_{11} = 4 \cdot 333 \cdot 1,0023 \cdot 0,909 \cdot 1,1 \cdot 17 \cdot 1,1 = 1420 \text{ W}$$

Với  $n_t = 0,62$  có:

$$Q_{11} = 0,62 \cdot 1432 = 906 \text{ W}$$

### Ví dụ 2-3

Các điều kiện giống như ví dụ 2-1, cho biết phòng nằm trong một tòa nhà văn phòng lớn, vị trí phòng ở tầng 2, diện tích sàn  $64 \text{ m}^2 = 8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ , cao 3m, vật liệu tường có khối lượng  $360 \text{ kg/m}^2$ , trần và sàn có khối lượng  $410 \text{ kg/m}^2$ .

Giải

$$Q'_{11} = 2153 \text{ W} \text{ đã tìm được ở ví dụ 2-1.}$$

Giá trị hệ số giá trị tức thời của bức xạ  $n_t$  qua kính khi không có màn che tra theo bảng 2-7.

Xác định  $g_s$  theo biểu thức:

$$g_s = \frac{G' + 0,5 \cdot G''}{F_s}$$

Diện tích sàn  $F_s = 8.8 = 64\text{m}^2$ .

Khối lượng tường có cửa sổ tiếp xúc với bức xạ mặt trời:

$$G' = 360.(8.3 - 4) = 7200 \text{ kg}$$

Khối lượng tường không tiếp xúc với bức xạ mặt trời và cửa sàn không nằm trên mặt đất (ở đây bao gồm cả sàn và trần vì trên trần có tầng 3):

$$G'' = 360.(3.3.8) + 410(2.8.8) = 78400 \text{ kg}$$

$$g_s = \frac{7200 + 78400}{64} = 630 \text{ kg/m}^2$$

Tra bảng 2-7 với  $g_s = 630 \text{ kg/m}^2$  sàn, cửa sổ quay hướng Đông được  $n_t$  lớn nhất vào lúc 9 đến 10 giờ sáng là  $n_t = 0,46$ . Vậy:

$$Q_{11} = 0,46.2153 = 990 \text{ W.}$$

*Ví dụ 2-4*

Các điều kiện giống như ví dụ 2-1, 2-2, 2-3, cho biết nhiệt hiện tỏa do đèn ống và nhiệt hiện tỏa từ người là  $960 + 560 = 1520 \text{ W}$ . Xác định nhiệt hiện thực tế của người và đèn tới năng suất lạnh, giả sử đèn và người hoạt động liên tục từ 8 đến 16h.

Giải

Với số giờ hoạt động là 8 giờ (từ 8h sáng đến 16h chiều) và  $g_s = 613 \text{ kg/m}^2$  sàn, tra bảng 2-8 được:  $n_t = 0,87$ , vậy nhiệt hiện thực tế để tính tải lạnh cho hệ thống ĐHKK là:

$$Q_0 = 0,87.1520 = 1322 \text{ W.}$$

## 2. Nhiệt hiện truyền qua mái bằng bức xạ và do $\Delta t$ : $Q_{21}$

Mái bằng của phòng điều hòa có ba dạng:

Phòng điều hòa nằm giữa các tầng trong 1 tòa nhà điều hòa, nghĩa là bên trên cũng là phòng điều hòa, khi đó  $\Delta t = 0$  và  $Q_{21} = 0$ .

Phía trên phòng điều hòa đang tính toán là phòng không điều hòa, khi đó lấy k ở bảng 2-15 và  $\Delta t = 0,5(t_N - t_T)$ , tính như mục 4.

Trường hợp trần mái có bức xạ mặt trời, đối với tòa nhà nhiều tầng, đây là mái bằng tầng thượng thì lượng nhiệt truyền vào phòng gồm 2 thành phần, do ảnh hưởng của bức xạ mặt trời và do chênh lệch nhiệt độ giữa không khí trong nhà và ngoài trời. Dưới đây ta khảo sát trường hợp (c).

Dưới tác dụng của mặt trời, mái dần dần nóng lên do hấp thụ nhiệt. Một phần lượng nhiệt hấp thụ tỏa ngay vào không khí ngoài trời bằng đối lưu và bức xạ. Một phần truyền qua kết cấu mái vào trong phòng điều hòa và tỏa vào lớp không khí trong phòng cũng bằng đối lưu và dẫn nhiệt.

Tùy theo vật liệu cũng như độ dày của kết cấu mái mà cường độ dòng nhiệt tỏa vào phòng lớn hay nhỏ, có độ trễ nhiều hay ít.

Việc xác định chính xác lượng nhiệt này cũng như việc xác định độ trễ, cường độ, thời điểm đạt cực đại là khá phức tạp. Trong kỹ thuật điều hòa không khí người ta tính toán gần đúng theo biểu thức quen thuộc:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{td} \quad (2-13)$$

Nhưng với hiệu nhiệt độ tương đương  $\Delta t_{td}$ .

$Q$  - là dòng nhiệt đi vào không gian cần điều hòa do sự tích nhiệt của các kết cấu mái và do độ chênh lệch nhiệt độ của không khí giữa bên ngoài và bên trong.

$k$  - hệ số truyền nhiệt qua mái, phụ thuộc vào kết cấu và vật liệu làm mái, tra bảng 2-9 theo hình 2-4 là kết cấu của trần mái bằng. Lớp không khí đệm dày ít nhất 100mm. Hệ số truyền nhiệt qua mái có giá trị riêng cho mùa hè và mùa đông. Mùa hè nhiệt truyền từ ngoài vào trong nhà và mùa đông từ trong nhà ra ngoài.

$$\Delta t_{td} = t_{N,ef} - t_T = t_N - \frac{\varepsilon_s \cdot R_N}{\alpha_N} - t_T = (t_N - t_T) + \frac{\varepsilon_s \cdot R_N}{\alpha_N} \quad (2-14)$$

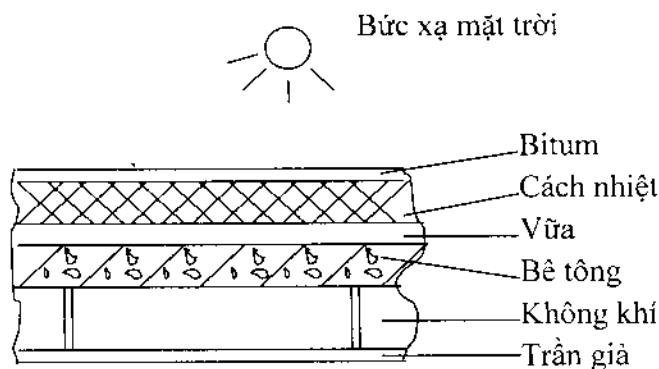
Như vậy hiệu nhiệt độ tương đương bao gồm hai thành phần:  $(t_N - t_T)$  là độ chênh nhiệt độ giữa không khí ngoài và trong nhà và  $\varepsilon_s \cdot R_N / \alpha_N$  là phần hiệu chỉnh do bức xạ mặt trời tác dụng lên mái, trong đó:

$$R_N = \frac{R_T}{0,88} \quad (2-15)$$

$\varepsilon_s$  - là hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời của một số dạng bề mặt mái giới thiệu trong bảng 4.10.

$R_T$  - nhiệt bức xạ mặt trời qua kính (theo phương nằm ngang của mái) vào phòng, tra bảng 2-1, 2-2.

Hình 2-4.  
Trần mái bằng



Bảng 2-9

Hệ số truyền nhiệt của trần mái bằng (trần tầng thương)  $k$ ,  $W/m^2 \cdot ^\circ C$

Mô tả trần mái bằng (hình 4.4)	Trần già bằng gỗ dày 12mm			Trần già bằng	
	Không có lớp cách nhiệt	Có lớp cách nhiệt bông khoáng		thạch cao 12mm	Bông thủy tinh
		dày 50mm	dày 100mm		
Trần bê tông dày 100 lớp vữa xi măng cát dày 25mm trên có lớp bitum, $317kg/m^2$	hè	1,72	0,546	0,324	1,77
	đông	1,97	0,566	0,333	2,03
Trần bê tông dày 150 lớp vữa xi măng cát dày 25mm trên có lớp bitum, $437kg/m^2$	hè	1,62	0,536	0,321	1,67
	đông	1,85	0,558	0,329	1,9
Trần bê tông dày 300 lớp vữa xi măng cát dày 25mm trên có lớp bitum, $797kg/m^2$	hè	1,39	0,508	0,311	1,42
	đông	1,55	0,527	0,318	1,59
Mái tôn, $9,4 kg/m^2$	hè	2,56	0,62	0,367	2,67
	đông	2,16	0,58	0,356	2,32
Mái gỗ dày 22mm, có lớp bitum 12mm, $62 kg/m^2$	hè	2,02	0,528	0,353	2,08
	đông	1,75	0,553	0,345	1,81

Ghi chú: \* lớp không khí dày ít nhất 100mm.

### 3. Nhiệt hiện truyền qua vách Q<sub>22</sub>

Nhiệt truyền qua vách Q<sub>22</sub> cũng bao gồm 2 thành phần:

Do chênh lệch nhiệt độ giữa ngoài trời và trong nhà  $\Delta t = t_N - t_T$ .

Do bức xạ mặt trời vào tường, ví dụ tường hướng đông, tây, ... tuy nhiên phần nhiệt này được coi bằng không khi tính toán.

Ở đây tạm định nghĩa để tính toán: vách là toàn bộ bao che gồm tường, cửa ra vào, cửa sổ ... Tường là bao che xây bằng gạch, vữa, xi măng, bê tông nặng.

Vách bao che xung quanh cũng có nhiều dạng: tường, cửa ra vào và cửa sổ, cần thiết phải tính cho từng loại riêng biệt.

Bảng 2-10

*Hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời ( $\epsilon_s$ ) của các bề mặt kết cấu bao che*

STT	Vật liệu	Hệ số $\epsilon_s$
(1)	(2)	(3)
	Mặt mái	
1	Fibrô ximăng, mới, màu trắng	0,42
2	Fibrô ximăng, sau 12 tháng sử dụng	0,61
3	Fibrô ximăng, sau 6 năm sử dụng	0,71
4	Tấm ép gọn sóng bằng bông khoáng	0,61
5	Giấy dầu lợp nhà để khô	0,91
6	Tôn màu sáng	0,8
7	Tôn màu đen	0,86
8	Ngói màu đỏ hay nâu	0,65÷0,72
9	Ngói mới đỏ tươi	0,6
10	Ngói ximăng màu xám	0,65
11	Thép đánh bóng hay mạ màu trắng	0,45
12	Thép đánh bóng hay mạ màu xanh	0,76
13	Tôn tráng kẽm, mới	0,64
14	Tôn tráng kẽm, bị bụi bẩn	0,90
15	Nhôm không đánh bóng	0,52
16	Nhôm đánh bóng	0,26

	Mặt quét sơn	
17	Sơn màu đỏ sáng(màu hồng)	0,52
18	Sơn màu xanh da trời	0,64
19	Sơn màu tím	0,83
20	Sơn màu vàng	0,44
21	Sơn màu đỏ	0,63
	Mặt tường	
22	Đá granit mài nhẵn màu đỏ, xám nhạt	0,55
23	Đá granit mài nhẵn đánh bóng, màu xám	0,60
24	Đá cẩm thạch nài nhẵn màu trắng	0,30
25	Gạch tráng men màu trắng	0,26
26	Gạch tráng men màu nâu sáng	0,55
27	Gạch nung màu, đỏ, mới	0,70÷0,74
28	Gạch nung có bụi bẩn	0,77
29	Gạch gốm, ốp mặt màu sáng	0,45
30	Mặt bê tông nhẵn phẳng	0,54÷0,65
31	Mặt trát vữa, màu vàng, trắng	0,42
32	Mặt trát vữa, màu xi măng nhạt	0,47

a. *Nhiệt truyền qua vách*: cũng được tính theo biểu thức quen thuộc:

$$Q_{22} = \sum Q_{22i} = k_i F_i \Delta t = Q_{22i} + Q_{22e} + Q_{22k}, \text{ W}$$

$Q_{22i}$  - nhiệt truyền qua tường, cửa ra vào (gỗ, nhôm), cửa sổ (kính) ...;

$k_i$  - hệ số truyền nhiệt tương ứng của tường, cửa, kính,  $\text{W/m}^2\text{K}$ ;

$F_i$  - diện tích tường, cửa, kính tương ứng,  $\text{m}^2$ ;

*Hệ số truyền nhiệt qua tường  $Q_{22i}$*

Hệ số truyền nhiệt  $k_i$  ( $\text{W/m}^2$ ) của tường xác định bằng biểu thức:

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_N} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_T}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_N} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_T}}, \quad (2-16)$$

$\alpha_N = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$  - hệ số tỏa nhiệt phía ngoài tường khi tiếp xúc trực tiếp với không khí bên ngoài,  $\alpha_N = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$  khi tường tiếp xúc gián tiếp với không khí bên ngoài:

$\alpha_T = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$  - hệ số tỏa nhiệt phía trong nhà;  
 $R_i$  - nhiệt trở dẫn nhiệt lớp vật liệu thứ  $i$  của cấu trúc tường,  $\text{m}^2\text{K/W}$ ;  
 $\delta_i$  - độ dày lớp vật liệu thứ  $i$  của cấu trúc tường, m;  
 $\lambda_i$  - hệ số dẫn nhiệt lớp vật liệu thứ  $i$  của cấu trúc tường,  $\text{W/mK}$  (xem bảng 2-11).

b) *Nhiệt truyền qua cửa ra vào*

$$Q_{22c} = k \cdot F \cdot \Delta t, \text{W} \quad (2-17)$$

$F$  - diện tích cửa,  $\text{m}^2$ ;

$\Delta t$  - hiệu nhiệt độ trong và ngoài nhà  $t_N - t_T, \text{K}$ ;

$k$  - hệ số nhiệt qua cửa,  $\text{W/m}^2\text{K}$ .

Bảng 2-12 giới thiệu hệ số truyền nhiệt qua cửa gỗ.

Bảng 2-11

*Hệ số dẫn nhiệt  $\lambda$  của một số vật liệu xây dựng,  $\text{W/mK}$*

STT	Vật liệu	Mật độ $\text{kg/m}^3$	Hệ số dẫn nhiệt $\text{W/mK}$
(1)	(2)	(3)	(4)
<b>I - VẬT LIỆU AMIĂNG</b>			
1	Tấm và bản ximăng amiăng	1900	0,35
2	Tấm cách nhiệt ximăng amiăng	500	0,13
3	Tấm cách nhiệt ximăng amiăng	300	0,09
<b>II- BÊ TÔNG</b>			
4	Bê tông cốt thép	2400	1,55
5	Bê tông đá dăm	2200	1,28
6	Bê tông gạch vỡ	1800	0,87
7	Bê tông xi	1500	0,70
8	Bê tông bột hấp hơi nóng	1000	0,24
9	Bê tông bột hấp hơi nóng	400	0,15
10	Tấm thạch cao ốp mặt tường	1000	0,23
11	Tấm và miếng thạch cao nguyên chất	1000	0,41

	<b>III - VẬT LIỆU ĐÁT VÀ VẬT LIỆU NHÉT ĐÀY</b>		
12	Gạch mộc	1600	0,70
	<b>IV - MÀNG GẠCH XÂY ĐẶC</b>		
13	Gạch thông thường với vữa nặng	1800	0,81
14	Gạch rỗng ( $\gamma = 1300$ ) xây với vữa nhẹ ( $\gamma = 1400$ )	1350	0,58
15	Gạch nhiều lỗ xây với vữa nặng	1300	0,52
	<b>V - VẬT LIỆU TRÁT VÀ VỮA</b>		
16	Vữa ximăng và vữa trát ximăng	1800	0,93
17	Vữa tam hợp và vữa trát tam hợp	1700	0,87
18	Vôi vữa trát mặt ngoài	1600	0,87
19	Vữa vôi trát mặt trong	1600	0,70
20	Tấm ốp mặt bằng thạch cao	1000	0,23
21	Tấm sợi gỗ cứng ốp mặt	700	0,23
	<b>VI - VẬT LIỆU CUỘN</b>		
22	Giấy cátông thường	700	0,17
23	Giấy tấm dầu thông nhựa đường bitum hay hắc ín	600	0,17
24	Thảm dùng trong nhà (thảm bông)	150	0,06
25	Thảm bông khoáng chất	200	0,07
	<b>VII - VẬT LIỆU THỦY TINH</b>		
26	Kính cửa sổ	2500	0,76
27	Sợi thủy tinh	200	0,06
28	Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	500	0,16
29	Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	300	0,12
	<b>VIII - VẬT LIỆU GỖ</b>		
30	Gỗ thông và gỗ tùng ngang thớ	550	0,17
31	Mùn cưa	250	0,09
32	Gỗ dán	600	0,17
33	Tấm bằng sợi gỗ ép	600	0,16
34	Tấm bằng sợi gỗ ép	250	0,076
35	Tấm bằng sợi gỗ ép	150	0,06
36	Tấm gỗ mềm (lie)	250	0,07

	IX - VẬT LIỆU KHÁC		
37	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	600	0,23
38	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	400	0,16
39	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	250	0,12

Bảng 2-12  
Hệ số truyền nhiệt qua cửa gỗ,  $W/m^2K$

Chiều dày cửa gỗ, mm	k, $W/m^2K$	
	Mùa hè	Mùa đông
20	3,27	3,43
30	2,65	2,75
40	2,23	2,30
50	2,01	2,07

c) *Nhiệt truyền qua kính cửa sổ*

Biểu thức chung để tính vẫn là:

$$Q_{22k} = k \cdot F \cdot \Delta t, \text{W} \quad (2-18)$$

Trong đó: F - diện tích cửa sổ,  $m^2$ ;  $\Delta t = t_N - t_T, K$ ;

k- hệ số truyền nhiệt qua kính,  $W/m^2K$ .

Trong một ngôi nhà thường có 3 loại cửa kính khác nhau.

Cửa kính thông thường lắp ở cửa sổ có thể có 1 lớp, 2 lớp hoặc 3 lớp kính, thường lắp theo phương thẳng đứng;

Cửa kính giếng trời, nằm ngang trên tum, cũng có thể có 1 lớp, 2 lớp;

Kính xây trên tường bằng các viên gạch kính đúc, chỉ để lấy ánh sáng, có kích thước tiêu chuẩn 196 x 196 mm, dày 40 hoặc 100mm, có viên 300 x 300mm, dày 100mm.

Các bảng 2-13 và 2-14 giới thiệu hệ số truyền nhiệt của các loại kính đó cho mùa hè và mùa đông.

Bảng 2-13

Hệ số truyền nhiệt  $k$ ,  $W/m^2K$  của kính cửa sổ và kính giếng trời

Khoảng cách giữa 2 lớp kính, mm	Kính đặt đứng (cửa sổ)						Kính nằm ngang (giếng trời)			
	1 lớp		2 lớp		3 lớp		1 lớp		2 lớp	
	Hè	Đông	Hè	Đông	Hè	Đông	Hè	Đông	Hè	Đông
0	5,89	6,42	-	-	-	-	4,88	7,95	-	-
5	-	-	3,35	3,52	2,31	2,39	-	-	2,84	3,98
10	-	-	3,15	3,29	2,10	2,16	-	-	-	-
15	-	-	2,97	3,10	1,93	1,99	-	-	-	-
20:100	-	-	2,89	3,01	1,88	1,93	-	-	-	-

Bảng 2-14

Hệ số truyền nhiệt  $k$ ,  $W/m^2K$  của gạch kính tường

Kích thước gạch kính rộng x cao x dày, mm	khối lượng riêng diện tích, kg/m <sup>2</sup>	k, W/m <sup>2</sup> .K	
		Hè	Đông
196 x 196 x 40	55	3,00	3,13
196 x 196 x 100	90	2,89	3,01
196 x 1969 x 100 có màn che	90	2,69	2,79
300 x 300 x 100	90	2,79	2,90
300 x 300 x 100 có màn che	90	2,57	2,67

#### 4. Nhiệt hiện truyền qua nền $Q_{23}$

Nhiệt truyền qua nền cũng được tính theo biểu thức:

$$Q_{23} = k \cdot F \cdot \Delta t, \text{ W} \quad (2-19)$$

F - diện tích sàn,  $m^2$ ;

$\Delta t = t_N - t_T$ , hiệu nhiệt độ bên ngoài và bên trong;

k - hệ số truyền nhiệt qua sàn hoặc nền,  $W/m^2K$ , giới thiệu trong bảng 2-15; k mùa hè cho nhiệt truyền từ ngoài vào và mùa đông ngược lại từ trong ra ngoài.

Bảng 2-15  
Hệ số truyền nhiệt  $k$ ,  $W/m^2.K$ , của sàn hay trần

Cấu tạo sàn hoặc trần		Đặc điểm mặt trên của sàn hoặc trần			
Mô tả	Chiều dày, mm	Mùa	Không có	Có lát gạch Vinyl 3 mm	Có lót giấy và trải thảm
Sàn bê tông dày 100mm có lớp vữa ở trên 25mm	125	hè	3,14	3,07	1,38
		đông	2,4	2,35	1,22
Sàn bê tông dày 150mm có lớp vữa ở trên 25mm	175	hè	2,84	2,78	1,32
		đông	2,21	2,17	1,17
Sàn bê tông dày 300mm có lớp vữa ở trên 25mm	325	hè	2,18	2,15	1,16
		đông	1,8	1,77	1,04
Sàn gỗ dày 22mm khoảng trống 100 mm	122	hè	2,65	2,60	1,28
		đông	2,10	2,06	1,13

Ở đây cũng xảy ra 3 trường hợp tương tự:

Sàn đặt ngay trên mặt đất: lấy  $k$  của sàn bê tông dày 300mm,

$$\Delta t = t_N - t_1$$

Sàn đặt trên tầng hầm hoặc phòng không điều hòa lấy  $\Delta t = 0,5(t_N - t_1)$  nghĩa là tầng hầm hoặc phòng không điều hòa có nhiệt độ bằng nhiệt độ trung bình giữa bên ngoài và bên trong;

Sàn giữa 2 phòng điều hòa  $Q_{23} = 0$ .

## 5. Nhiệt hiện tỏa do đèn chiếu sáng $Q_{31}$

Có hai loại đèn dùng cho chiếu sáng là đèn dây tóc và đèn huỳnh quang.

Đối với đèn dây tóc:

$$Q = \Sigma N \cdot W \quad (2-20)$$

Đối với đèn huỳnh quang (đèn ống) phải nhân hệ số 1,25 với công suất ghi trên đèn:

$$Q = \Sigma 1,25N, W \quad (2-21)$$

Trong đó: N - tổng công suất ghi trên bóng đèn.

Nếu chưa biết tổng công suất đèn có thể chọn giá trị định hướng theo tiêu chuẩn là  $10 \div 12 \text{ W/m}^2$  sàn.

Nhiệt tỏa do chiếu sáng cũng gồm hai thành phần: bức xạ và đối lưu. Phần bức xạ cũng bị kết cấu bao che hấp thụ nên nhiệt tác động lên tải lạnh cũng nhỏ hơn trị số tính toán được:

$$Q_{32} = n_t \cdot n_d \cdot Q, W \quad (2-22)$$

Q - tổng nhiệt tỏa do chiếu sáng;

$n_t$  - hệ số tác dụng tức thời của đèn chiếu sáng lấy ở bảng 2-8;

$n_d$  - hệ số tác dụng đồng thời, chỉ dùng cho các tòa nhà và công trình điều hòa không khí lớn, các công trình khác  $n_d = 1$ .

Đối với công sở  $n_d = 0,7 \div 0,85$

Nhà cao tầng, khách sạn  $n_d = 0,3 \div 0,5$

Cửa hàng bách hóa  $n_d = 0,9 \div 1$ .

## 6. Nhiệt hiện tỏa do máy móc $Q_{32}$

Nhiệt hiện tỏa do máy móc và dụng cụ dùng điện như TV, radio, máy tính, máy sấy tóc, bàn là ... trong gia đình hoặc văn phòng là các loại không dùng động cơ điện có thể tính như nguồn nhiệt tỏa của đèn chiếu sáng:

$$Q_{32} = \Sigma N_i, W \quad (2-23)$$

$N_i$  – công suất điện ghi trên dụng cụ, W.

Nhiệt tỏa do máy móc dùng động cơ điện như quạt gió trong hệ thống ống gió hoặc trong các phân xưởng sản xuất như máy dệt, máy kéo sợi, máy in, máy cuốn thuốc lá, máy chế biến chè ... sẽ được chia ra 3 thường hợp để tính toán như sau:

a) Động cơ điện và máy móc đều nằm trong phòng điều hòa với công suất định mức N, W và hiệu suất động cơ  $\eta$  đầy tải, nhiệt tỏa ra thì toàn bộ năng lượng cung cấp cho động cơ đều biến thành nhiệt nên:

$$Q_{32} = \frac{N}{\eta}, W \quad (2-24)$$

b) Động cơ điện nằm bên ngoài còn máy được động cơ dẫn động nằm ở trong phòng điều hòa nên nhiệt tỏa trong phòng đúng bằng công suất định mức:

$$Q_{32} = N, \text{ W} \quad (2-25)$$

c) Động cơ điện nằm bên trong phòng điều hòa còn máy được dẫn động nằm ở ngoài nên nhiệt tỏa trong phòng nên phát nhiệt trong chỉ là:

$$Q_{32} = \frac{N}{\eta} - N = N \frac{1 - \eta}{\eta}, \text{ W} \quad (2-26)$$

Ở trên ta coi công suất định mức bằng công suất đầy tải nhưng trong nhiều trường hợp công suất định mức (ghi trên động cơ) lớn hơn công suất yêu cầu. Khi đó có thể xác định chính xác các lượng nhiệt như sau: i) công suất đo được trên bảng đấu điện của động cơ; ii) công suất đo được trên trực động cơ và iii) chính là hiệu của i và ii.

Hiệu suất động cơ  $\eta$  phụ thuộc vào công suất định mức đầu ra (hay công suất ghi trên mác động cơ) được giới thiệu trong bảng 2-16.

*Bảng 2-16  
Hiệu suất động cơ  $\eta$  phụ thuộc vào công suất định mức  $N$*

Công suất định mức $N, \text{ kW}$	0,04	0,06	0,09	0,12	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1
Hiệu suất $\eta, \%$	41	49	55	60	64	67	70	72	73	79

Công suất định mức $N, \text{ kW}$	1,5	2,2	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30
Hiệu suất $\eta, \%$	80	82	83	84	85	86	87	88	88	89

Công suất định mức $N, \text{ kW}$	37	45	55	75	90	110	132	150	185	250
Hiệu suất $\eta, \%$	89	90	90	90	90	91	91	91	91	92

Các biểu thức tính  $Q_{32}$  ở trên là dùng cho động cơ hoạt động liên tục, nếu hoạt động không liên tục thì phải xác định thời gian làm việc. Dòng nhiệt tỏa có thể lấy bằng  $Q_{32}$  đã tính ở trên nhân với thời gian làm việc của động cơ và chia cho tổng thời gian điều hòa trong ngày.

## 7. Nhiệt hiện và nhiệt ăn do người tòa ra $Q_4$

a) Nhiệt hiện do người tòa vào phòng chủ yếu bằng đối lưu và bức xạ, được xác định theo biểu thức:

$$Q_{4h} = n \cdot q_h, \text{ W} \quad (2-27)$$

n - số người ở trong phòng điều hòa. Nếu không biết chính xác, lấy các giá trị định hướng theo bảng 2-17.

$q_h$  - nhiệt hiện tòa ra từ 1 người, W/người, lấy định hướng theo bảng 2-18.

Ngoài trường hợp quá đông đúc như vũ trường, hội trường, rạp hát, rạp chiếu bóng, phòng thi đấu thể thao ... cần kể đến sự hấp thụ của kết cấu bao che, do đó phải tính thêm hệ số tác động tức thời  $n_t$  tra theo bảng 2-8: Hệ số tác dụng tức thời của nhiệt chiếu sáng và nhiệt hiện của người.

Bảng 2-17  
Mật độ người định hướng trong phòng điều hòa

Phòng điều hòa	Văn phòng	Cửa hàng	Nhà hàng	Vũ trường
Mật độ, $\text{m}^2/\text{người}$	$6 \div 20$	2	$1 \div 1,5$	0,5

Như vậy  $Q_{4h}$  sẽ là:

$$Q_{4h} = n_t \cdot n \cdot q_h, \text{ W} \quad (2-28)$$

Đối với nhà hàng ăn uống, cộng thêm vào  $q_h$  10W/người và  $q_a$  10W/người do thức ăn tòa.

Đối với các nhà hàng lớn cần thêm hệ số tác dụng không đồng thời  $n_d$ :

nhà cao tầng công sở  $n_d = 0,75 \div 0,9$

nhà cao tầng khách sạn  $n_d = 0,8 \div 0,9$

cửa hàng bách hóa  $n_d = 0,8 \div 0,9$

Như vậy:

$$Q_{4h} = n_d \cdot n_t \cdot n \cdot q_h, \text{ W}$$

b) Nhiệt ăn do người tòa  $Q_{4a}$

Nhiệt ăn do người tòa được xác định theo biểu thức:

$$Q_{4a} = n \cdot q_a, \text{ W} \quad (2-29)$$

n - số người trong phòng điều hòa;

$q_a$  - nhiệt ăn do một người tòa ra, W/người, xác định theo bảng 2-18:

## 8. Nhiệt hiện và ẩn do gió tươi mang vào $Q_{hN}$ và $Q_{aN}$

Phòng điều hòa luôn phải được cung cấp một lượng gió tươi để đảm bảo đủ ôxy cần thiết cho người ở trong phòng. Do gió tươi có trạng thái ngoài trời N với entanpi  $I_N$ , nhiệt độ  $t_N$  và ẩm dung  $d_N$  lớn hơn không khí trong nhà do đó khí đưa vào phòng, gió tươi sẽ tỏa ra một lượng nhiệt hiện  $Q_{hN}$  và nhiệt ẩn  $Q_{aN}$  (ở đây dùng kí hiệu khác để dễ phân biệt khi tính toán các hệ số nhiệt hiện sau này, kí hiệu chân N để chỉ trạng thái gió tươi đưa vào có  $t_N$ ,  $\phi_N$  và  $d_N$ ):

$$Q_{hN} = 1,2 \cdot n \cdot l \cdot (t_N - t_T), \text{ W} \quad (2-30)$$

$$Q_{aN} = 3,0 \cdot n \cdot l \cdot (d_N - d_T), \text{ W} \quad (2-31)$$

$d_N$ ,  $d_T$  - ẩm dung, g/kg;

n - số người trong phòng điều hòa;

$l$  -  $n \cdot l$  - lưu lượng không khí, l/s;

$l$  - lượng không khí tươi cần cho một người trong 1 giây, l/s; lấy theo giá trị định hướng bảng 2-19 của Carrier. Ngoài ra, đối với người không hút thuốc  $l = 2,5 \div 3,5$  l/s và đối người hút thuốc  $l = 12 \div 19$  l/s.

Ví dụ 2-5.

Văn phòng điều hòa có 5 người, cho biết  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ;  $d_N = 23$  g/kg;  $d_T = 14$  g/kg,  $t_T = 25^\circ\text{C}$ . Xác định  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$ .

Bảng 2-18:

Nhiệt tỏa từ cơ thể con người, W/người

Mức độ hoạt động	Nơi hoạt động	Nhiệt tỏa ra của nam giới	Nhiệt tỏa trung bình	Nhiệt độ phòng cần điều hòa, °C								
				28	27	26	24	22	20	a <sub>h</sub>	a <sub>a</sub>	a <sub>s</sub>
Ngồi yên tĩnh	Nhà hát	115	100	50	55	45	60	40	67	33	72	28
Ngồi hoạt động nhẹ	Trường học	130	120	50	70	55	65	60	70	50	78	42
Hoạt động văn phòng	Khách sạn, văn phòng	140	130	50	80	56	74	60	70	60	78	52
Đi, đứng chậm rãi	Các loại cửa hàng	160	130	50	80	56	74	60	70	60	78	52
Ngồi, đi chậm	Sân bay, kiều thuốc	160	150	53	97	58	92	64	86	76	74	84
Đi, đứng chậm rãi	Ngân hàng	160	160	53	97	58	92	64	86	76	74	84
Hoạt động nhẹ nhàng	Nhà hàng	150	160	55	105	60	100	68	92	80	80	90
Lao động nhẹ	Xưởng sản xuất	230	220	55	165	62	158	70	150	85	135	100
Khieu vũ	Vũ trường	260	250	62	188	70	180	78	172	94	156	110
Đi bộ 1.5 m/s	Xương	300	300	80	220	88	212	96	204	110	190	130
Lao động nặng	Xưởng sản xuất	440	430	132	298	138	292	144	286	154	276	170

Ghi chú: - Số lượng nhiệt thai trên tính cho nam giới trưởng thành, phụ nữ có thể tính bằng 85% nam giới, trẻ em tính bằng 75% nam giới

Bảng 2-19  
Lượng không khí tươi cần cho một người, l/s

Không gian điều hòa	Lượng khí tươi cần cho 1 người l	
	l/s	m <sup>3</sup> /h
Công sở, văn phòng	7,5	27
Cửa hàng bán lẻ	5	18
Cửa hàng tạp hóa	3,5	12,6

Giải

$$Q_{hN} = 1,2.5.7,5.(32,8 - 25) = 351 \text{ W}$$

$$Q_{aN} = 3,0.5.7,5.(23 - 14) = 1013 \text{ W.}$$

### 9. Nhiệt hiện và ẩn do gió lọt $Q_{5h}$ và $Q_{5a}$

Không gian điều hòa được làm kín để chủ động kiểm soát được lượng gió tươi cấp cho phòng nhằm tiết kiệm năng lượng nhưng vẫn có hiện tượng rò lọt không khí qua khe cửa sổ, cửa ra vào và khi mở cửa do người ra vào.

Hiện tượng này xảy ra càng mạnh khi chênh lệch nhiệt độ trong nhà và ngoài trời càng lớn. Khí lạnh có xu hướng thoát ra ở phía dưới cửa và khí nóng ngoài trời lọt vào phía trên cửa. Nhiệt hiện và ẩn do gió lọt được xác định như sau:

$$Q_{5h} = 0,35.\xi.V.(t_N - t_T), \text{ W} \quad (2-32)$$

$$Q_{5a} = 0,84.\xi.V.(d_N - d_T), \text{ W} \quad (2-33)$$

V - thể tích phòng, m<sup>3</sup>;

$\xi$  - hệ số kinh nghiệm, xác định theo bảng 2-20.

Bảng 2-20  
Hệ số kinh nghiệm  $\xi$

Thể tích phòng V, m <sup>3</sup>	<500	500	1000	1500	2000	2500	>3000
Hệ số $\xi$	0,7	0,6	0,55	0,5	0,42	0,4	0,35

Nếu số người ra vào nhiều, cửa đóng mở nhiều lần, phải bổ sung thêm nhiệt hiện và ẩn sau:

$$Q_{bsb} = 1,23 \cdot L_{bs}(t_N - t_I), \text{ W} \quad (2-34)$$

$$Q_{bsa} = 3,00 \cdot L_{bs}(d_N - d_I), \text{ W} \quad (2-35)$$

Trong đó:

$$L_{bs} = 0,28 \cdot L_c \cdot n, \text{ l/s} \quad (2-36)$$

n - số người qua cửa trong 1 giờ;

$L_c$  - lượng không khí lọt mỗi lần, mở cửa,  $\text{m}^3/\text{người}$ , tra theo bảng 2-21;

Bảng 2-21  
Lượng không khí lọt  $L_c, \text{m}^3/\text{người}$

n, người/h	L <sub>c</sub> , $\text{m}^3/\text{người}$	
	cửa bาน lề	cửa xoay
< 100	3	0,8
100 ÷ 700	3	0,7
700 ÷ 1400	3	0,5
1400 ÷ 2100	2,75	0,3

Sau khi xác định được  $Q_{sh}$  và  $Q_{sa}$  có thể tính theo phương án :

Nếu coi gió lọt là 1 thành phần của gió tươi thì  $Q_{sh}$  và  $Q_{sa}$  đã có trong thành phần  $Q_{hu}$  và  $Q_{an}$  nên không tính cho tải lạnh của hệ thống điều hòa không khí nữa.

Nếu coi  $Q_{sh}$  và  $Q_{sa}$  là thành phần bổ sung không phụ thuộc vào việc cấp gió tươi chủ động cho phòng thì cộng thêm  $Q_{sh}$  và  $Q_{sa}$  vào nhiệt hiện và nhiệt ẩn do gió tươi mang vào để tính các hệ có nhiệt hiện mục 4.4.

## 10. Các nguồn nhiệt khác

Ngoài số nguồn nhiệt đã nêu ở trên (hình 2-1) các nguồn nhiệt khác ảnh hưởng tới phụ tải lạnh có thể là:

Nhiệt hiện và ẩn tỏa từ bán thành phẩm, đặc biệt khi tính toán cho các phân xưởng chế biến nông, lâm, thủy sản, thực phẩm như chè, thuốc lá, sợi dệt, in ấn ...

Nhiệt hiện và ẩn tỏa tỏa từ các thiết bị trao đổi nhiệt, các đường ống dẫn

môi chất nóng hoặc lạnh đi qua phòng điều hòa, các thùng chứa chất lỏng nóng ở các phân xưởng sản xuất.

Nhiệt tỏa từ quạt và nhiệt tổn thất qua đường ống gió vào làm cho không khí lạnh bên trong nóng lên nếu có...

Ở đây hướng dẫn cách tính nhiệt tác động do quạt gió và tổn thất do độ chênh nhiệt độ của đường ống gió.

#### *Lượng nhiệt không khí hấp thụ khi đi qua quạt*

Khi đi qua quạt, không khí bị nóng lên do hấp thụ lượng nhiệt tỏa ra từ quạt. Lượng nhiệt này chính là một phần năng lượng điện cung cấp cho quạt biến đổi thành. Độ tăng nhiệt độ  $\Delta t$  của dòng không khí được xác định gần đúng theo biểu thức:

$$\Delta t = 0,0078H \frac{1-\eta}{\eta}, \text{ K} \quad (2-37)$$

H - cột áp của quạt gió bằng mm cột nước (mmH<sub>2</sub>O);

$\eta$  - Hiệu suất của quạt.

Hình 2-5 biểu diễn  $\Delta t = f(H, \eta)$ .

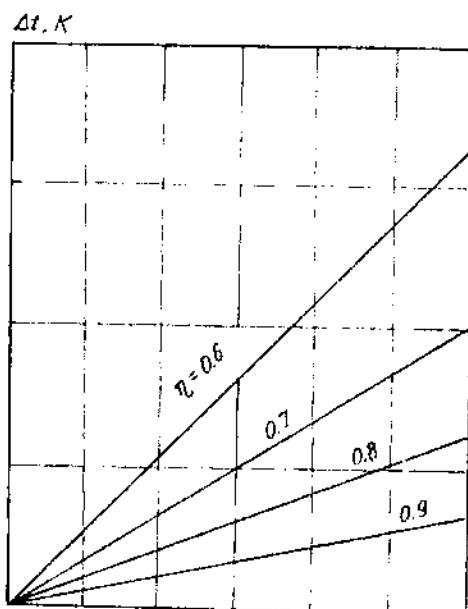
Trong các tính toán thông thường, có thể chọn  $\Delta t = 0,5\text{K}$ . Các quạt ly tâm sử dụng trong các hệ thống ống gió có hiệu suất vào khoảng 0,7, các quạt của máy điều hòa nguyên cụm khoảng 0,5.

Cột áp tổng của quạt có thể dự tính theo các giá trị định hướng sau:

Máy điều hòa không ống gió:  $12,5 \div 25 \text{ mmH}_2\text{O}$ .

Hệ thống ống gió tốc độ thấp, chiều dài ống gió không lớn:  $20 \div 40 \text{ mmH}_2\text{O}$ .

Hệ thống ống gió tốc độ thấp, chiều dài ống gió lớn:  $30 \div 50 \text{ mmH}_2\text{O}$ .



Hình 2-5. Độ tăng nhiệt độ  $\Delta t, \text{K}$ , của dòng không khí khi đi qua quạt phụ thuộc cột áp và hiệu suất của quạt

Hệ thống tốc độ cao, chiều dài trung bình:  $50 \div 100 \text{ mmH}_2\text{O}$ .

Hệ thống tốc độ cao, chiều dài lớn:  $75 \div 200 \text{ mmH}_2\text{O}$ .

*Nhiệt tản thất qua ống gió*

Ống gió được cách nhiệt, cách âm, tuy nhiên do có chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài ống gió nên phải có tản thất nhiệt.

Lượng nhiệt tản thất  $Q$  được tính toán theo biểu thức quen thuộc:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t, \quad \text{W} \quad (2-39)$$

$k$  - hệ số truyền nhiệt,  $\text{W/m}^2\text{K}$ ;

$\alpha_N$  - hệ số tản nhiệt phía ngoài ống  $\alpha_N = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_N} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

$\alpha_T$  - hệ số tản nhiệt phía trong ống, phụ thuộc tốc độ chuyển động không khí, chọn  $\alpha_T = 32 \div 45 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

$\delta_i, \lambda_i$  - bề dày và hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu kết cấu ống gió, chủ yếu là lớp cách nhiệt, có thể bao gồm các lớp khác như tôn, kẽm, cách âm ...

$F$  - diện tích trao đổi nhiệt, bằng chu vi ngoài ống gió nhân chiều dài,  $\text{m}^2$ ;

$\Delta t$  - độ chênh nhiệt độ giữa bên ngoài và không khí bên trong ống gió:  
 $\Delta t = t_N - t_T$ ;

$t_T$  - là giá trị trung bình bên trong vì coi là tản thất nhiệt nên nhiệt độ đầu và cuối của dòng không khí khác nhau nên  $t_T = 0,5(t_{T1} + t_{T2})$ .

Khi ống gió đặt trong không gian điều hòa thì không phải tính toán lượng nhiệt này vì  $t_N$  và  $t_T$  được coi là bằng nhau.

## 11. Xác định phụ tải lạnh

Thông thường sau khi xác định các phụ tải lạnh thành phần thì phụ tải lạnh chính là tổng các phụ tải thành phần như hình 2-1 đã giới thiệu:

$$Q_0 = Q_t = \sum Q_{hi} + Q_{ai} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_N$$

Đối với các công trình điều hòa lớn, có nhiều không gian điều hòa khác nhau, ví dụ một tòa nhà nhiều tầng, khách sạn, văn phòng ... cần lưu ý thêm về:

- Sự tác động tức thời của các nguồn nhiệt tác động lên phụ tải lạnh;

Mức độ trễ của các nguồn nhiệt tác động;

Mức độ không đồng thời của các nguồn nhiệt tác động.

Ví dụ tòa nhà cao tầng có một loạt phòng quay hướng Đông và một loạt phòng quay hướng Tây. Loạt phòng quay hướng Đông sẽ nhận bức xạ mặt trời lớn nhất vào 8 đến 9 giờ sáng và phụ tải lớn nhất vào 8 đến 9 giờ sáng. Dàn lạnh thiết kế cho phòng phải đủ lớn để dập được phụ tải đó. Loạt phòng quay về hướng Tây lại nhận bức xạ mặt trời lớn nhất vào 15 đến 16 giờ chiều và dàn lạnh thiết kế cho các phòng này cũng phải đủ lớn để dập được phụ tải đó. Nhưng vì các tải xuất hiện không đồng thời nên hệ thống lạnh trung tâm không cần phải có năng suất lạnh bằng tổng phụ tải lớn nhất của loạt phòng phía Đông và phía Tây.

Trong trường hợp tương tự, tốt nhất xây dựng đường biểu diễn nhiệt thừa của từng không gian thành phần theo thời gian để xác định giá trị nhiệt thừa tổng cực đại tránh cho việc lựa chọn thiết bị quá lớn gây lãng phí tiền đầu tư, năng lượng vận hành và hiệu suất thiết bị.

### III. CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ KHÔNG KHÍ ẨM TRÊN ĐỒ THỊ $t - d$

#### 1. Xác định các thông số trạng thái không khí trên ẩm đồ

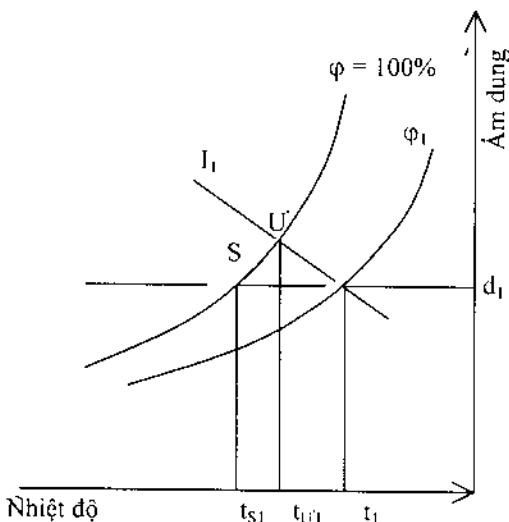
Hình 1-6 giới thiệu cách xác định các thông số trạng thái của không khí trên ẩm đồ.

Khi có điểm 1 trên ẩm đồ ta có thể dễ dàng xác định các đại lượng sau:

Kẻ vuông góc với trục tung ta xác định được ẩm dung (độ chứa hơi)  $d$ , g hơi nước/kg không khí khô;

Kẻ vuông góc với trục hoành xác định được nhiệt độ nhiệt kế khô của không khí  $t_1$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Theo đường chéo song song với các đường  $I = \text{const}$  xác định được entanpy  $I_1$ ,  $\text{kJ/kg}$ ;



Hình 2-6: Xác định các thông số trạng thái của không khí ẩm trên ẩm đồ

Dường I<sub>1</sub> cắt  $\varphi = 100\%$  tại U. Hạ đường vuông góc từ U xuống trực hoành xác định được nhiệt độ nhiệt kế bầu ướt;

Kéo dài đường  $d_1 - 1$  cắt đường  $\varphi = 100\%$  tại S. Từ S hạ đường vuông góc xuống trực hoành xác định được nhiệt độ đọng sương của không khí.

Trên ấm đồ còn có thể xác định được thể tích riêng  $v$ ,  $m^3/kg$  cũng như các tia quá trình gọi là hệ số nhiệt hiện với thang chia ở bên phải ấm đồ và điểm gốc ( $t = 24^\circ C$ ,  $\varphi = 50\%$ ), sau này (ở phần 4.4) chúng ta cũng sẽ trực tiếp tìm hiểu sâu hơn.

Không giống như đồ thị  $I - d$ , trên ấm đồ không xác định được áp suất riêng phần hơi nước và áp suất hơi nước bão hòa.

## 2. Quá trình hòa trộn

Hình 2-7 giới thiệu quá trình hòa trộn trên ấm đồ.

Điểm N là trạng thái không khí ngoài trời với  $G_N$ ,  $I_N$ ,  $t_N$ ,  $d_N$ .

Điểm T là trạng thái không khí trong nhà với  $G_T$ ,  $I_T$ ,  $t_T$ ,  $d_T$ .

Điểm H là trạng thái không khí sau hòa trộn với  $G_H$ ,  $I_H$ ,  $t_H$ ,  $d_H$ .

Tỷ lệ hòa trộn

$$\frac{G_N}{G_T} = \frac{a}{b}, \quad a + b = 1$$

Lưu lượng dòng hòa trộn:

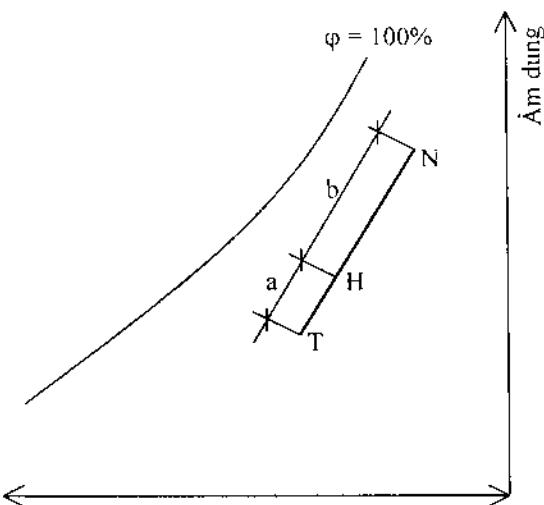
$$G = G_H = G_N + G_T, \text{ kg/s}$$

Lưu lượng dòng hòa trộn:

$$L = L_H = L_N + L_T, \text{ m}^3/\text{s}$$

Entanpi:

$$I_H = \frac{G_N I_N + G_T I_T}{G_H} = \frac{L_N I_N + L_T I_T}{L_H}$$



Hình 2-7. Quá trình hòa trộn biểu diễn trên ấm đồ

Nhiệt độ:

$$t_H = \frac{G_N t_N + G_T t_T}{G_H} = \frac{L_N t_N + L_T t_T}{L_H}$$

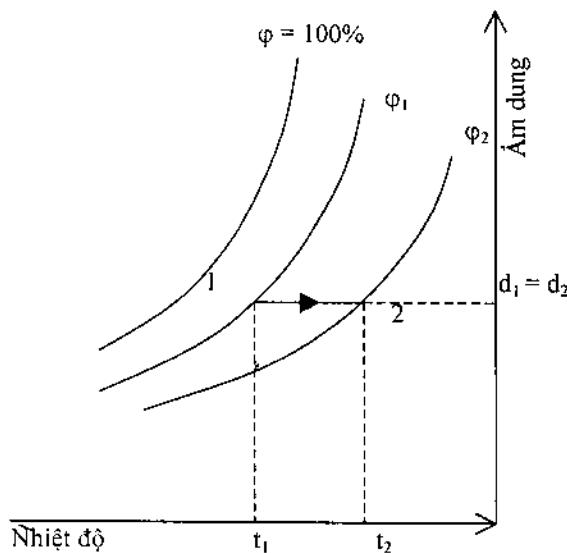
Độ chứa hơi:

$$d_H = \frac{G_N d_N + G_T d_T}{G_H} = \frac{L_N d_N + L_T d_T}{L_H}$$

### 3. Quá trình sưởi ấm không khí đẳng ẩm dung

Hình 2.8 biểu diễn quá trình sưởi ấm không khí đẳng ẩm dung.

Sau khi sưởi ấm trong calorife hoặc dàn nóng, nhiệt độ không khí tăng từ  $t_1$  đến  $t_2$ , độ ẩm giảm từ  $\varphi_1$  xuống  $\varphi_2$  còn ẩm dung không đổi  $d_1 = d_2$ .

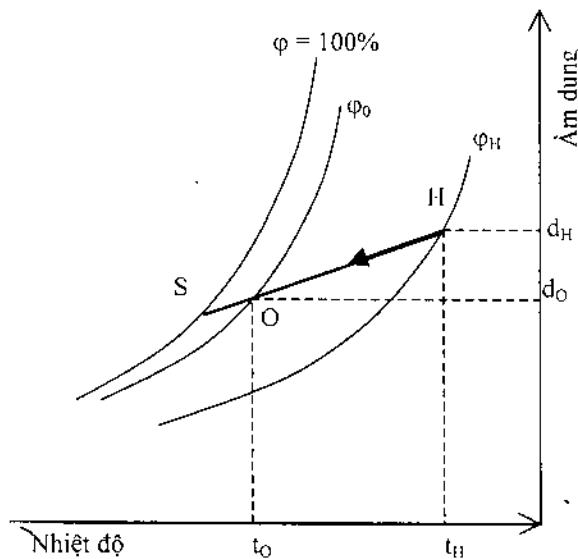


Hình 2.8: Quá trình sưởi ấm không khí đẳng ẩm dung I-2.

### 4. Quá trình làm lạnh và khử ẩm

Hình 2.9 biểu diễn quá trình làm lạnh và khử ẩm của không khí sau khi hòa trộn từ điểm H xuống điểm O. Điểm S là điểm đóng sương thiết bị.

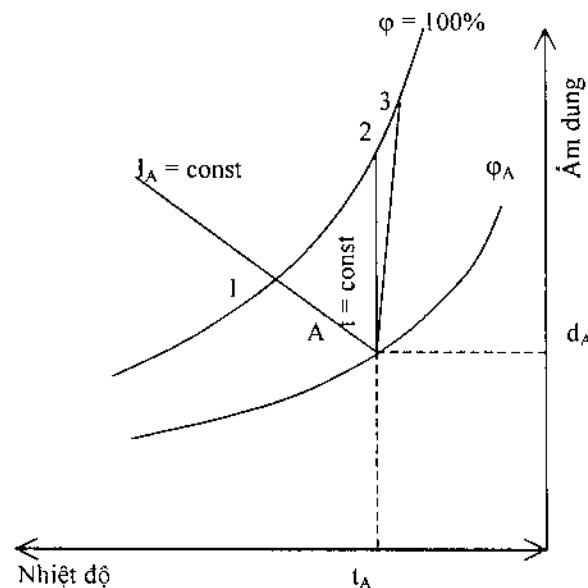
Không khí sau khi đi qua đà lạnh để làm lạnh và khử ẩm có  $d < d_H$ ;  $t_O < t_H$ ;  $\varphi \approx 95\% < \varphi_H$  và  $I_O < I_H$ .



Hình 2-9: Quá trình làm lạnh và khử ẩm H-O  
biểu diễn trên ám đồ.

### 5. Quá trình tăng ẩm bằng nước và hơi

Hình 2-10 biểu diễn quá trình tăng ẩm bằng cách phun nước hoặc hơi trực tiếp vào không khí.



Hình 2-10: Quá trình tăng ẩm bằng cách phun nước  
hoặc hơi vào không khí

Tăng ẩm cho không khí đồng nghĩa với việc tăng độ ẩm tương đối  $\varphi$  và tăng ẩm dung  $d$ . Các quá trình đó theo yêu cầu sẽ kết thúc trước khi đạt được độ ẩm tương đối  $\varphi = 100\%$ . Trạng thái cuối cùng mà không khí có thể đạt được là với độ ẩm tương đối bằng 100%.

Khi phun nước có nhiệt độ bằng nhiệt độ không khí, quá trình tăng ẩm đi theo đường A-1, gần như trùng với đường đẳng entanpi  $I_A = \text{const}$ . Khi phun nước có nhiệt độ khác, đường A-1 sẽ lệch khỏi đường đẳng entanpi  $I_A$  một chút, do lượng nhiệt nước mang vào ít hoặc nhiều. Người ta đã chứng minh được góc lệch lớn nhất có thể đạt tới  $6,7^\circ$ . Do thực tế là nước phun thường có nhiệt độ không khí nên quá trình tăng ẩm lấy theo đường  $I = \text{const}$  là đủ chính xác. Khi phun nước, nhiệt độ không khí giảm  $t_1 < t_A$ .

Khi phun hơi để tăng ẩm, ta có thể thực hiện được quá trình tăng ẩm đẳng nhiệt  $t_2 = t_A$  hoặc thậm chí tăng nhiệt độ  $t_3 > t_A$ . Muốn thực hiện các quá trình trên, chúng ta phải tính toán cân bằng lượng nhiệt do hơi mang vào và của không khí trước và sau quá trình tăng ẩm theo yêu cầu. Tương tự như trên đồ thị I-d, có thể áp dụng tia quá trình để tính toán, nhưng với loại ẩm đồ có tia quá trình  $\varepsilon_1$  (xem phụ lục 1a).

Sau đây ta nghiên cứu các quá trình này qua một ví dụ cụ thể.

Ví dụ 2-6

Không khí ẩm có nhiệt độ  $35^\circ\text{C}$  và  $\varphi = 20\%$ . Tăng ẩm bằng phun ẩm đoạn nhiệt bằng nước nhiệt độ  $25^\circ\text{C}$  tới  $\varphi = 65\%$ . Xác định nhiệt độ ra của không khí.

Giải

Giải bằng đồ thị t-d:

Tại điểm 1 với  $t_1 = 35^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 20\%$  ta có các thông số trạng thái không khí:  $I_1 = 53,5 \text{ kJ/kg}$ ,  $d_1 = 7 \text{ g/kg}$  (tra trên đồ thị t-d). Vì nước phun có nhiệt độ  $25^\circ\text{C}$  nên lấy  $I_1 = I_2$ . Kê qua 1 đường  $I_1 = \text{const}$ , gấp  $\varphi = 65\%$  tại 2. Tra được các thông số trạng thái 2:  $t_2 = 23,4^\circ\text{C}$ ,  $d_2 = 11,8 \text{ g/kg}$ ;  $I_2 = I_1$ ;  $\varphi = 65\%$ .

## IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ NHIỆT ẨM KHÔNG KHÍ

### 1. Làm lạnh không khí

#### 1.1. Làm lạnh không khí bằng giàn ống có cánh

Đây là loại thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bề mặt, gồm các ống kim loại có cánh ngang ở mặt ngoài. Môi chất lạnh chuyển động bên trong ống còn không

khí chuyển động cắt ngang qua cụm ống có cánh. Môi chất lạnh có thể là nước lạnh (gọi là chất tái lạnh) hoặc có thể là chính tác nhân lạnh bay hơi trong giàn ống có cánh này. Kèm theo quá trình làm lạnh không khí là quá trình ngưng tụ hơi nước trên mặt giàn lạnh.

Thiết bị làm lạnh kiểu giàn ống có cánh được dùng nhiều trong các máy điều hòa nhiệt độ cục bộ do cấu tạo gọn, làm việc chắc chắn, vệ sinh, vận hành đơn giản. Nó cũng được dùng cả trong các hệ thống ĐHKK kiểu trung tâm và kiểu phân tán khi không có nhu cầu tăng âm cho không khí (ví dụ, các máy ĐHKK cho hội trường, rạp hát, thư viện, phòng bảo quản, ...).

### **1.2. Làm lạnh không khí bằng nước phun**

Thực chất là không khí được làm lạnh trong thiết bị trao đổi nhiệt kiểu hỗn hợp: không khí và nước lạnh tiếp xúc trực tiếp với nhau. Trong trường hợp này nước vừa là chất tái lạnh nước vừa là chất công tác.

Trong thiết bị kiểu này người ta phun nước lạnh thành các hạt nhỏ li ti nhờ thiết bị đặc biệt gọi là mũi phun gắn trên giàn phun, tất cả được đặt trong buồng phun. Người ta tính ra rằng cứ mỗi giờ,  $1m^3$  nước được phun nhỏ tạo ra bề mặt tiếp xúc với không khí cỡ  $10000m^2$  (tuy vậy thời gian tiếp xúc giữa nước và không khí trong buồng phun rất ngắn, khoảng 1s, nên diện tích tiếp xúc hữu hiệu cũng không lớn lắm).

Cũng có thể tăng diện tích tiếp xúc giữa nước và không khí bằng cách tạo ra màng nước trên bề mặt vật rắn; hiệu quả của phương pháp tạo màng nước cũng gần giống như phương pháp phun nước.

Các giọt nước ra khỏi mũi phun một phần chuyển động theo quán tính rồi rơi xuống sàn (bề thu hồi) do trọng lực, một phần đập vào vách buồng phun và tấm chắn nước, tiếp tục để chia nhỏ hơn ra. Không khí chuyển động trong buồng phun khi tiếp xúc với các giọt nước sẽ bị làm lạnh đi giống như tiếp xúc với bề mặt giàn ống có cánh. Kèm theo quá trình trao đổi nhiệt và quá trình trao đổi chất: hơi nước trong không khí có thể ngưng tụ bám vào các hạt nước (trường hợp này không khí bị giảm ẩm) hơi nước từ bề mặt các giọt nước có thể bay hơi vào không khí (không khí được tăng ẩm).

Xảy ra tăng ẩm hay giảm ẩm (hoặc đằng dung ẩm) kèm theo quá trình làm lạnh là tùy thuộc vào nhiệt độ nước phun.

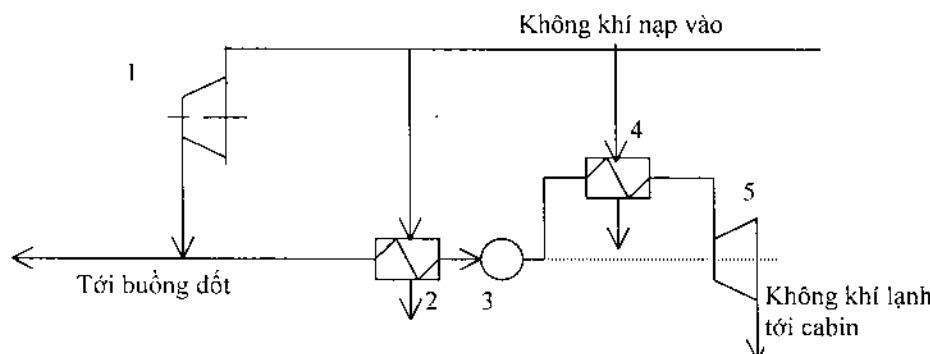
Như vậy, dùng buồng phun để làm lạnh không khí có thể thay đổi dung ẩm của không khí (bằng cách thay đổi nhiệt độ nước phun), do đó tuy thiết bị cồng

kèm, vận hành phức tạp nhưng vẫn được dùng nhiều trong các xí nghiệp công nghiệp, nhất là ngành dệt, là ngành cần duy trì độ ẩm khá lớn trong gian máy.

### 1.3. Làm lạnh không khí bằng máy nén – giǎn khí

Ta đã được làm quen với chu trình làm lạnh sử dụng không khí làm tác nhân lạnh và có nhận xét là thiết bị công kềnh, hệ số làm lạnh bé, không kinh tế, ... Tuy vậy, sử dụng chu trình máy lạnh không khí trên máy bay lại có ưu việt lớn, vì tận dụng được máy nén tuabin trên máy bay (phản lực), đỡ phải trang bị thêm máy lạnh kiểu nén hơi.

Sơ đồ nguyên lý của thiết bị được trình bày trên hình 2-11.



Hình 2-11. Nguyên lý làm lạnh không khí bằng máy nén – giǎn khí

Không khí nén cấp một được trích từ máy nén tuabin 1 qua làm mát trung gian trong thiết bị làm mát cấp một 2 nhờ không khí ngoài trời, sau đó được máy nén cấp hai 3 – là máy nén li tâm – nén tới áp suất cao hơn, rồi tiếp tục được làm mát cấp hai trong thiết bị 4. Không khí nén sau đó được đưa vào tuabin khí 5 giǎn nở sinh công hạ nhiệt độ tới trị số cần thiết (khoảng 10°C) rồi theo kênh dẫn vào cabin. Tuabin 5 được nối đồng trực với máy nén 3 để tận dụng cơ năng do khí nén giǎn nở sinh ra.

Hệ thống làm lạnh không khí chủ yếu hoạt động khi máy bay đỗ ở sân bay, khi đó rất cần không khí lạnh để làm mát buồng máy, động cơ và điều hòa nhiệt độ cho khoang hành khách (khi máy bay bay cao có thể dùng khí lạnh ngoài trời thay thế).

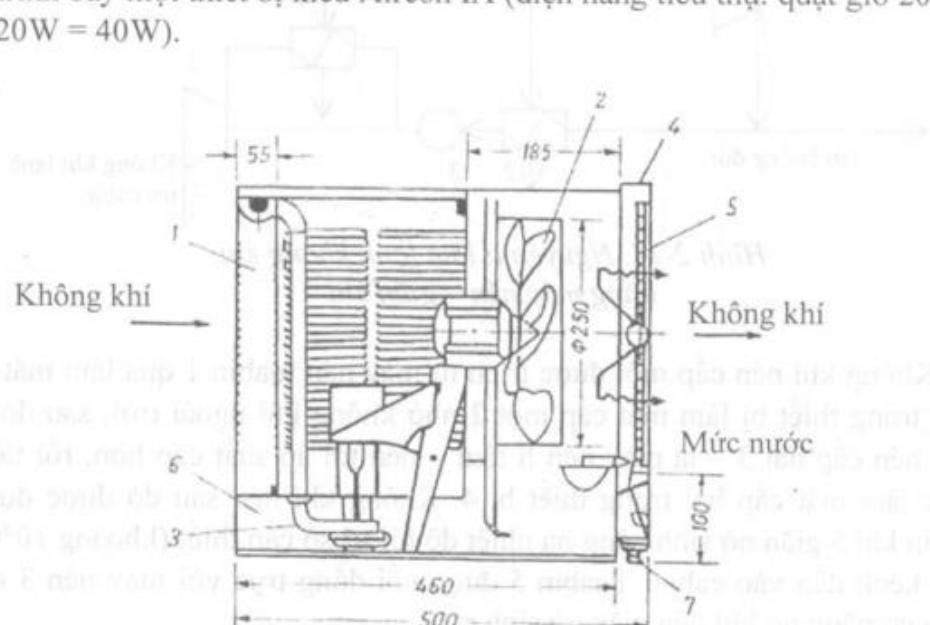
### 1.4. Giảm nhiệt độ không khí bằng nước phun

Nếu nhiệt độ nước phun không đủ lạnh, khi phun vào không khí sẽ chưa đủ để làm giảm entanpi của không khí, lúc đó quá trình diễn ra có thể theo

chiều hướng đoạn nhiệt (đăng entanpi) hoặc thậm chí tăng nhiệt. Trong một số trường hợp đoạn nhiệt hoặc tăng nhiệt, nhiệt độ không khí vẫn giảm đi; không khi đã được làm mát.

Người ta thường dùng buồng phun để thực hiện làm mát không khí như đã đúc trình bày ở mục 1.2, có điều là nước phun không cần qua hệ thống làm lạnh, có thể lấy nước phun từ nguồn nước tự nhiên. Mức độ giảm nhiệt độ phụ thuộc chủ yếu vào độ ẩm  $\varphi$  của môi trường không khí: trị số  $\varphi$  càng bé thì hiệu quả làm mát càng cao.

Ở Án Độ, Tây Á và Trung Á (thuộc Liên Xô cũ) đã có sản xuất một số máy điều hòa nhiệt độ kiểu bay hơi nước đoạn nhiệt, trong đó người ta giảm nhiệt độ không khí bằng cách thổi qua lớp vật liệu xốp (mao dã) được làm ướt liên tục. Thiết bị tiêu tốn rất ít năng lượng (dăm chục Wat mỗi ngày). Hình 2-12 trình bày một thiết bị kiểu Aircon IA (diện năng tiêu thụ: quạt gió 20W + bơm 20W = 40W).



Hình 2-12. Nguyên lý cấu tạo thiết bị phun nước

1. lớp vật liệu xốp mao dã; 2. quạt gió kèm động cơ 1 pha; 3. bơm nước (động cơ một pha); 4, 5. mặt trước với các cửa gió; 6. mảng chia nước; 7. van phao không chế mức nước

### 1.5. Làm lạnh không khí bằng hiệu ứng Peltier (máy lạnh của tương lai)

Máy lạnh Peltier sử dụng hiệu ứng Peltier để làm lạnh không khí. Hiệu ứng Peltier đã được biết đến từ khá lâu: đó là hiện tượng khi có dòng điện một

chiều đi qua một cặp nhiệt điện kín (gồm hai kim loại khác chất hàn với nhau) thì một đầu sẽ lạnh đi, còn đầu kia sẽ nóng lên. Khi đổi chiều dòng điện thì vị trí đầu nóng đầu lạnh sẽ hoán vị cho nhau.

Vật liệu để làm cặp nhiệt điện yêu cầu:

- Tỉ số giữa sức điện động nhiệt điện và hiệu số nhiệt độ hai đầu phải lớn (tức là hệ số Seebeck càng lớn càng tốt);
- Khả năng dẫn điện phải lớn hơn so với khả năng dẫn nhiệt.
- Các vật liệu bán dẫn có thể thỏa mãn khá tốt các yêu cầu trên (hệ số Seebeck lớn gấp năm lần các kim loại thường).

Máy lạnh Peltier không có cơ cấu chuyển động, không cần tác nhân lạnh, không gây ồn và không làm ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên hiện nay vẫn chỉ trong giai đoạn thí nghiệm vì chưa tìm được vật liệu thích hợp để có thể hạ giá thành và tăng hiệu suất, nhưng vẫn có tương lai sáng sủa nhờ sự phát triển của bán dẫn và siêu dẫn nhiệt độ cao.

## **2. Tăng nhiệt (gia nhiệt) không khí**

Giống trường hợp làm lạnh, có thể tiến hành gia nhiệt cho không khí bằng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bè mặt hoặc kiểu hỗn hợp.

### **2.1. Gia nhiệt không khí bằng giàn ống có cánh (caloriphe)**

Môi chất nóng đi bên trong các ống thường là nước nóng hoặc hơi nước. Không khí chuyển động bọc ngang cụm ống có cánh giống như ở trường hợp làm lạnh, nhưng không xảy ra quá trình trao đổi chất kèm theo.

Thiết bị kiểu này có năng suất nhiệt lớn, nhưng đòi hỏi có nguồn nước nóng hoặc nguồn hơi nước, do đó chỉ dùng phổ biến ở các xứ lạnh (làm caloriphe cấp II).

Trong bơm nhiệt hoặc máy hút ẩm, không khí được gia nhiệt nhờ nhiệt ngưng tụ của tác nhân lạnh đi trong ống; lúc đó thiết bị gia nhiệt không khí (dàn ống có cánh) chính là dàn ngưng tụ của máy lạnh.

### **2.2. Gia nhiệt không khí bằng thanh điện trở**

Thực chất cũng là dùng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bè mặt. Hình 2-13 trình bày mặt cắt ngang một thanh điện trở gia nhiệt.

Thanh điện trở 1 làm bằng kim loại có điện trở suất lớn được cách nhiệt với vỏ bảo vệ 3 nhờ lớp bột 2. Khi có dòng điện chạy qua dây điện trở sẽ nóng

lên, nhiệt truyền dẫn vào không khí giống như trường hợp truyền qua vách ống.

Gia nhiệt bằng thanh điện trở được dùng rất phổ biến trong ĐHKK vì thiết bị gọn nhẹ, dễ lắp đặt, vận hành, sửa chữa đơn giản lại dễ tự động điều chỉnh không chế. Trong điều kiện khí hậu Việt Nam có thể dùng làm caloriphe cấp I cũng như cấp II.

Không nên dùng dây điện trở trần (không có vỏ bảo vệ) làm caloriphe gia nhiệt vì không bảo đảm an toàn về điện, hơn nữa sợi đốt rất mau hư hỏng vì bị oxy hóa ở nhiệt độ cao (do tiếp xúc với không khí).

Trong cả hai phương pháp đã xét ở trên, không khí đều thay đổi trạng thái theo quá trình tăng dung âm, nghĩa là thiết bị không có khả năng tăng âm.

### 2.3. Gia nhiệt không khí bằng phương pháp phun nước nóng

Thiết bị phun nước làm lạnh không khí (buồng phun) có thể sử dụng để gia nhiệt không khí nếu thay đổi nước lạnh bằng nước nóng. Trong quá trình gia nhiệt cũng đồng thời xảy ra quá trình tăng âm do có bay hơi nước vào không khí.

Phương pháp này ít được dùng trong điều kiện khí hậu nước ta vì nhu cầu sưởi ấm không lớn lắm, trong khi đó lại yêu cầu có nguồn nước nóng (hoặc hơi nước).

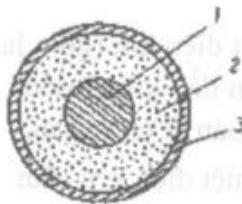
### 3. Tăng âm cho không khí

Để tạo độ ẩm  $\varphi$  thích hợp cho gian máy, trong nhiều trường hợp phải thực hiện tăng dung âm  $d$  (tăng ẩm) cho không khí. Quá trình tăng ẩm rất hay gặp trong ĐHKK cho các nhà máy sợi dệt, ở đó thường yêu cầu độ ẩm  $\varphi$  trong gian máy cao trong khi độ ẩm ngoài trời bé (mùa hanh khô).

Nguyên tắc chung của phương pháp tăng ẩm là đưa hơi nước vào không khí, nhưng cũng có nhiều cách thực hiện khác nhau.

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

Khi sử dụng buồng phun để thực hiện tăng ẩm, nước phun không cần gia nhiệt trước, nghĩa là có thể sử dụng trực tiếp nguồn nước thiên nhiên (trừ trường hợp cần kết hợp gia nhiệt). Như vậy các quá trình tăng ẩm đều được



Hình 2-13. Cấu tạo của thanh điện trở  
1. thanh điện trở;  
2. lớp bột; 3. vỏ bảo vệ

thực hiện đoạn nhiệt hoặc gần với đoạn nhiệt. Đặc điểm cơ bản của quá trình tăng ẩm trong buồng phun là:

Lượng ẩm bay hơi vào không khí ( $\Delta d$ ) rất nhỏ so với lượng nước phun vào không khí ;

Quá trình phụ thuộc vào nhiệt độ nước phun.

### 3.2. Tăng ẩm trong gian máy bằng thiết bị phun ẩm bồ sung

Phun ẩm bồ sung là hình thức đưa hơi nước vào không khí ngay bên trong gian máy (lượng hơi nước đưa vào không khí thường không lớn lắm).

Có thể thực hiện phun ẩm bồ sung bằng nhiều cách khác nhau, nhưng nguyên tắc chung là không được có lượng nước dư thừa: toàn bộ lượng ẩm phun ra phải được khuếch tán hết vào không khí. Các phương pháp và thiết bị thường gặp là phun hơi nước bão hòa nhờ hộp hơi hoặc phun nước (dạng sương mù) nhờ thiết bị kiểu kim phun, kiểu đĩa quay hoặc kiểu khí nén.

#### Phun hơi nước bão hòa vào không khí nhờ hộp hơi

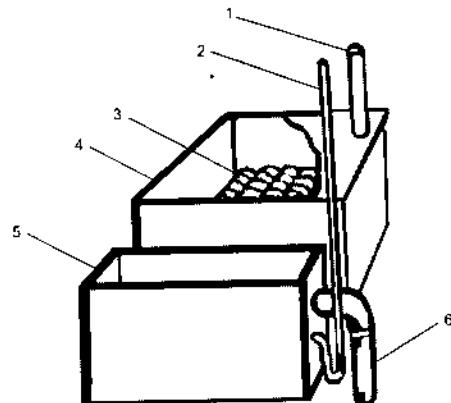
Hình 2-14 trình bày thiết bị phun ẩm bồ sung kiểu hộp hơi. Thiết bị gồm có hộp (thùng) sinh hơi 4 trong đó đặt các sợi đốt điện trở (xoắn ruột gà) 3. Hơi nước nhiệt độ 212°F (100°C) sinh ra và thoát qua ống 1 khuếch tán vào không khí. Nếu được cấp vào qua ống 2 và chứa trong thùng 5, thông với 4, ống xả tràn 6 giữ cố định mức nước trong thùng 4 và 5.

Hệ số góc tia quá trình tăng ẩm bằng hơi nước bão hòa:

$$\varepsilon = \frac{\Delta i}{\Delta d} = \frac{r_o \Delta d}{\Delta d} = r_o ,$$

bằng trị số góc của đường đẳng nhiệt, nghĩa là: khi tăng ẩm bằng cách phun hơi nước bão hòa vào không khí (với lượng hơi vừa đủ, không có lượng dư thừa bị ngưng tụ) thì nhiệt độ không khí không thay đổi.

Có thể tham khảo ví dụ sau: hơi nước bão hòa ở  $t = 100^\circ\text{C}$  với lưu lượng 8 kg/h được phun vào không khí ở trạng thái  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_1 = 50\%$  với lưu lượng



Hình 2-14. Nguyên lý cấu tạo của thiết bị phun ẩm bồ sung kiểu hộp hơi

1000 kg/h. Nếu hơi nước khuếch tán đều vào không khí (không có lượng dư thừa) thì lượng ẩm tăng được là  $\Delta d = 8 : 1000 = 8 \text{ g/kg}$ ; trạng thái của không khí sau khi được tăng ẩm là  $d_2 = 19 \text{ g/kg}$ ,  $\varphi_2 = 85\%$  và  $t_2 \approx 27^\circ\text{C}$ .

#### *Phun nước cho bay hơi đoạn nhiệt vào không khí*

Khác với ở buồng phun, khi phun ẩm bỗ sung bằng nước không cho phép lượng nước dư thừa rơi xuống sàn, nghĩa là lượng nước phun ra phải đủ mịn để dễ bay hơi vào không khí. Quá trình bay hơi nước vào không khí được thực hiện đoạn nhiệt.

Dưới đây trình bày một số loại thiết bị phun ẩm bỗ sung thường gặp.

Hình 2-15 trình bày thiết bị phun ẩm bỗ sung dùng vòi phun và 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 lọc nước tiếp. Nước sạch theo ống 8 có đầu được làm nhỏ lại để tăng tốc độ cho nước, phun vào kim 9 đặt cách lỗ phun một khoảng nhất định (điều chỉnh được bằng vít 10). Nước được xé tơi thành một màn bụi hình nón. Các hạt mịn sẽ khuếch tán vào không khí, các hạt to hơn một phần đập vào vỏ 3 để tiếp tục bị làm tơi và bay hơi một phần, phần còn lại (98%) rơi xuống phễu 4 có đáy nối với đường ống thu hồi về bơm.

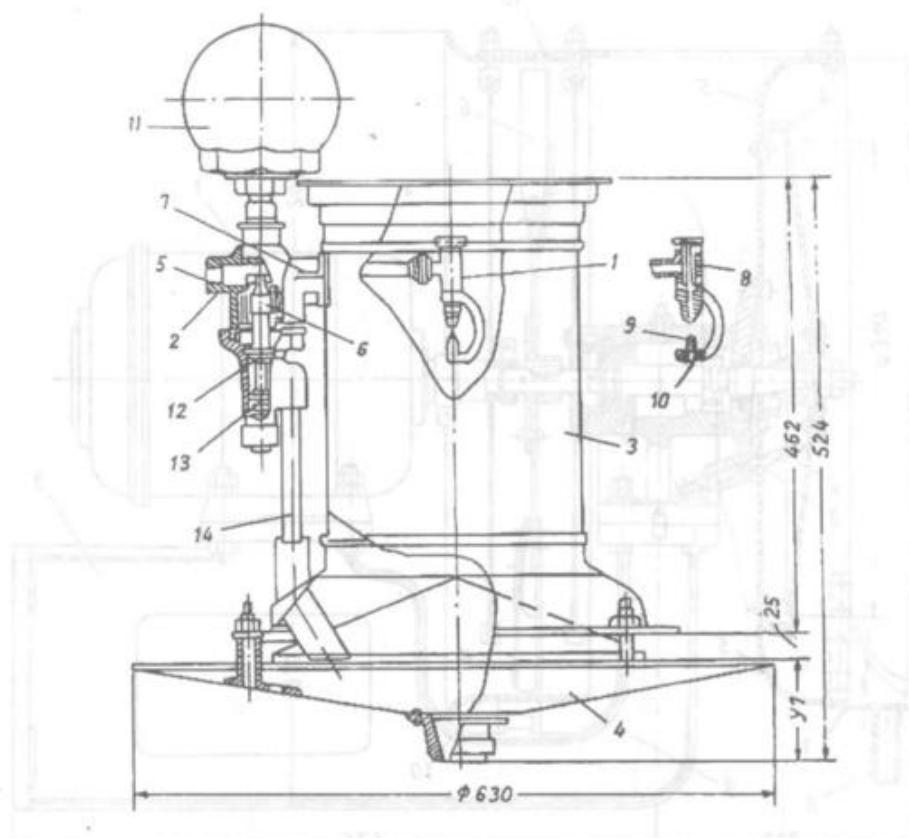
Để khắc phục tình trạng tắc lỗ phun, người ta định kỳ tiến hành rửa ngược bằng khí nén: khi ngừng phun nước, lò xo 13 ép van 12 lên mở thông đường khí nén từ bầu chứa 11 với đường ống xả 14, khí nén sẽ cuốn nước cùng bụi bẩn khỏi lưới lọc đưa vào phễu 4.

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

Mặc dù tiêu hao ít điện năng nhưng thiết bị ít được dùng trong các xí nghiệp hiện đại do độ tin cậy thấp (dễ tắc), dễ chảy nước xuống gian máy, vận hành phức tạp (thường xuyên phải điều chỉnh lại khoảng cách lỗ và kim).

#### *Hình 2-15 trình bày thiết bị phun ẩm bỗ sung kiểu đĩa quay.*

Thiết bị gồm đĩa 2 được gắn với trực quay được dẫn động bởi động cơ 1 quay với tốc độ 2850 vòng/phút, chao 5 trên có gắn các cánh tĩnh 4 và lá chắn 7, quạt gió 6 và vỏ 10 làm đồng trục với 2.



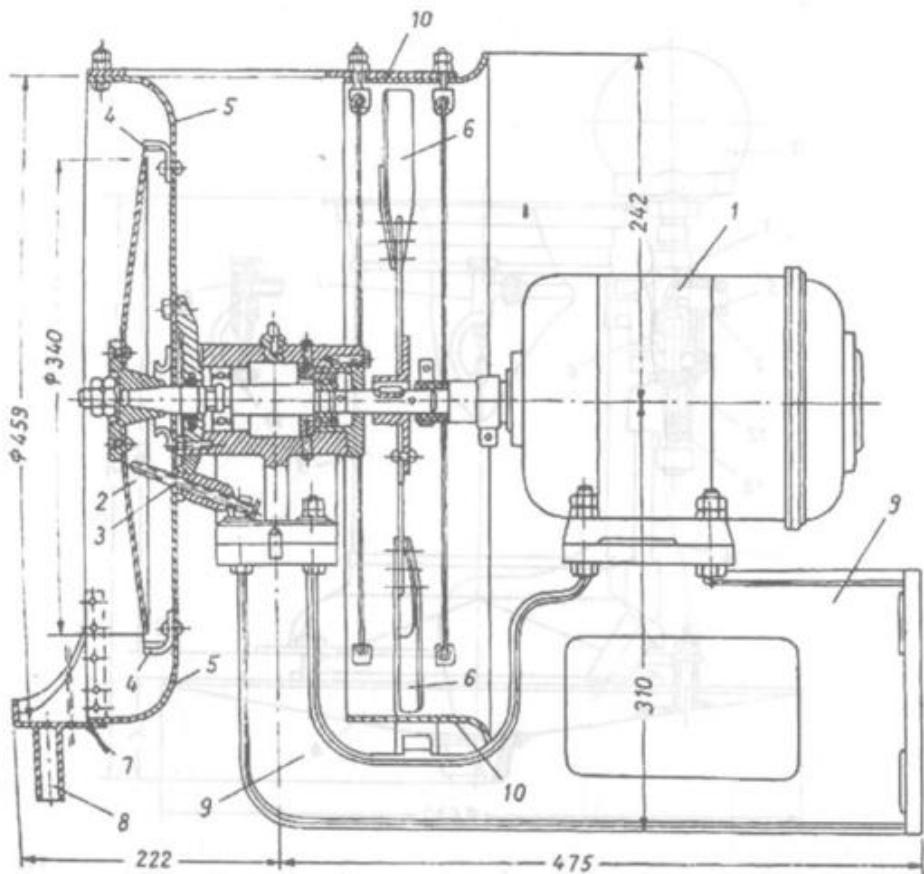
Hình 2-15. Thiết bị phun ẩm bổ sung dùng vòi phun và bơm

nhưng có thể thay đổi mồi nước và bơm để phù hợp với điều kiện

Nguyên lý làm việc của thiết bị khá đơn giản: nước từ ống dẫn 3 được tưới lên mặt trong của đĩa 2. Dưới tác dụng của lực li tâm, nước văng ra đập vào cánh turbine 4 tạo thành bụi nước và được quạt 6 thổi vào không khí trong gian máy, tại đó các bụi nước sẽ khuếch tán hết vào không khí. Các hạt nước to bị lá chắn 11 cản lại rơi xuống phần dưới của chao 5 rồi theo ống 8 trở về bơm.

Năng suất ẩm của thiết bị khoảng 10kg hơi ẩm mỗi giờ, lưu lượng nước cản 90 l/h, tiêu hao điện năng 51W cho mỗi kg hơi ẩm.

Ưu điểm của thiết bị là đơn giản, dễ chế tạo, dễ vận hành (không có hiện tượng tắc), thích hợp với điều kiện trang bị cài tạo lại xí nghiệp. Nhưng thiết bị làm việc vẫn còn lượng nước dư thừa nên vẫn có thể xảy ra tình trạng rò nước xuống máy móc ở dưới; mặt khác thiết bị khá cồng kềnh, khó treo đỡ, các chi tiết 2, 4, 5 dễ bị gãy.



Hình 2-16. Thiết bị phun ẩm bồ sung kiểu đĩa quay

Phun ẩm bồ sung bằng thiết bị kiểu khí nén.

Trên hình 2-17 trình bày thiết bị phun ẩm bồ sung kiểu khí nén; không khí có áp suất cao (2 bar) được cấp từ máy nén riêng theo ống dẫn 1 chuyển động bọc quanh ống 3 khi thoát ra khỏi lỗ phun (là khe 5) sẽ cuốn theo một lượng nước và xé tơi ra thành bụi nước và khuếch tán vào không khí ở dạng hơi.

Nước được cung cấp từ bình chứa (đặt thấp hơn) nhờ áp suất của khí nén đưa vào bình, 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 hơi/h; lượng khí nén tiêu hao cho mỗi ống là 4 m<sup>3</sup>/h, điện năng tiêu hao 190W cho mỗi ống phun (tức 70 W cho mỗi kg hơi ẩm).

Mặc dù tiêu hao nhiều điện năng và phải có máy nén cấp khí nén, nhưng thiết bị phun ẩm bô sung kiểu khí nén vẫn được dùng rộng rãi, đặc biệt là các xí nghiệp hiện đại, vì có cấu tạo gọn, độ tin cậy cao, dễ khống chế tự động, mặt khác thiết bị làm việc không có lượng nước dư thừa nên không có hiện tượng rơi nước xuống gian máy.

#### 4. Giảm ẩm cho không khí

Giảm ẩm cho không khí - tức là giảm dung ẩm d - bằng cách cho không khí tiếp xúc với vật thể lạnh để tạo ra sự ngưng tụ hơi nước. Có thể thực hiện bằng các phương pháp và thiết bị sau.

##### 4.1. Dùng giàn lạnh

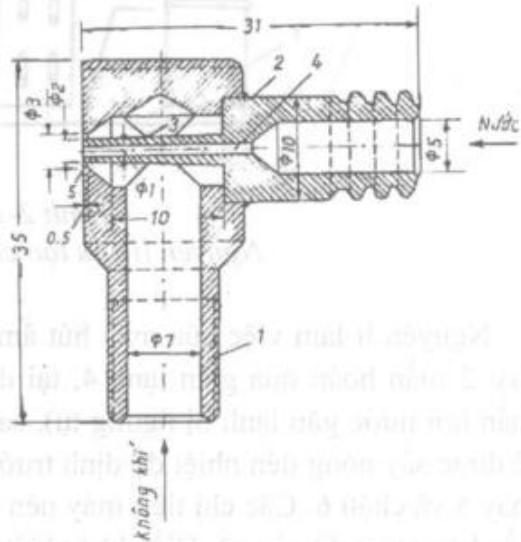
Như đã biết, khi cho không khí ẩm tiếp xúc với bề mặt lạnh có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ điểm sương của không khí thì sẽ xảy ra quá trình ngưng tụ hơi nước trên bề mặt lạnh.

Như vậy, khi làm lạnh không khí bằng giàn lạnh với nhiệt độ thích hợp (nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ điểm sương) thì sẽ xảy ra quá trình giảm ẩm cho không khí đồng thời với quá trình làm lạnh không khí.

##### 4.2. Dùng nước phun

Khi phun nước lạnh vào không khí, mỗi giọt nước sẽ đóng vai trò như một bề mặt lạnh. Nếu nhiệt độ nước thấp hơn nhiệt độ điểm sương của không khí thì hơi nước trong không khí sẽ ngưng tụ trên bề mặt các giọt nước giống như ở trên bề mặt giàn lạnh và rơi xuống cùng giọt nước. Như vậy, quá trình làm lạnh, làm khô không khí ở buồng phun diễn ra giống hệt ở giàn lạnh.

Như vậy, có thể kết luận: thực hiện làm lạnh (tức giảm nhiệt) và thực hiện làm khô không khí (tức giảm ẩm) trên cùng một thiết bị hoặc bằng giàn lạnh hoặc bằng buồng phun.



Hình 2-17. Thiết bị phun ẩm kiểu khí nén

Trên đây là hai phương pháp giảm ẩm thường dùng trong ĐHKK. Ngoài ra, người ta còn dùng một số phương pháp và thiết bị khác nữa.

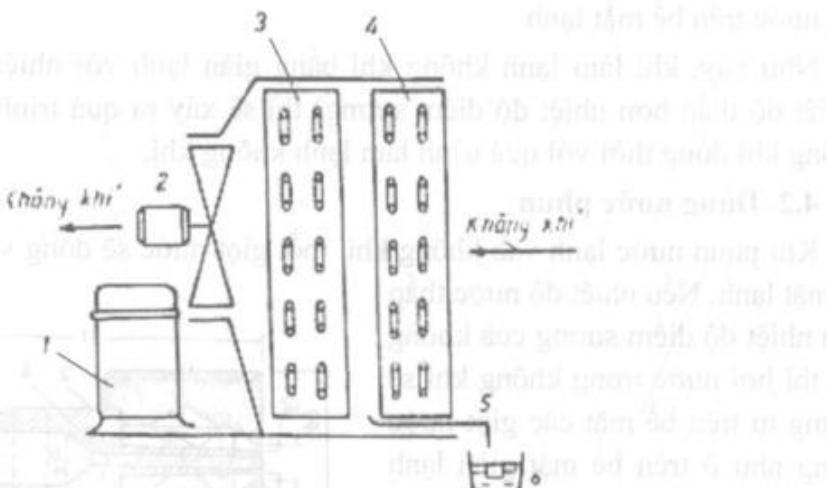
### 4.3. Các phương pháp và thiết bị giảm ẩm khác

#### Giảm ẩm bằng hóa chất

Bằng cách sử dụng một số hóa chất có khả năng hút ẩm (như zeolit, silicagen, vôi sống, ...) cũng có thể giảm ẩm cho không khí. Tuy vậy các phương pháp dùng hóa chất hút ẩm chỉ sử dụng trong các buồng kho, vì khả năng giảm ẩm rất có hạn (chất hút ẩm chóng bị bão hòa ẩm). Quá trình giảm ẩm bằng hóa chất thường kèm theo tăng nhiệt (do nhiệt tỏa từ phản ứng hóa học).

#### Giảm ẩm không khí bằng máy hút ẩm

Máy hút ẩm thực chất là một máy lạnh nhưng các thiết bị được sắp xếp một cách đặc biệt. Hình 2-18 trình bày cấu tạo nguyên lý của một máy hút ẩm.

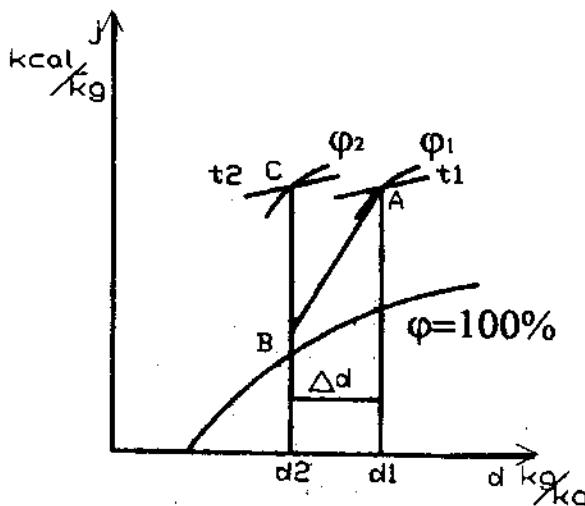


Hình 2-18:  
Nguyên lý cấu tạo của máy hút ẩm

Nguyên lý làm việc của máy hút ẩm như sau: không khí trong phòng nhờ quạt 2 tuần hoàn qua giàn lạnh 4, tại đây không khí được giảm ẩm (do một phần hơi nước gặp lạnh bị ngưng tụ), sau đó không khí được qua giàn nóng 3 để được sấy nóng đến nhiệt độ định trước. Phần nước ngưng tụ được hứng vào khay 5 và chậu 6. Các chi tiết: máy nén lạnh ống mao, ... giống hệt như ở máy điều hòa nhiệt độ cửa sổ. Điều khác biệt căn bản giữa máy hút ẩm và máy điều hòa nhiệt độ là thứ tự bố trí giàn nóng, giàn lạnh.

Quá trình thay đổi trạng thái của không khí khi qua máy hút ẩm gồm hai giai đoạn: đoạn AB diễn ra ở giàn lạnh (hình 2-19), đoạn BC diễn ra ở giàn nóng.

Các máy hút ẩm thường được đặt trong các buồng kho, các buồng máy tính, nơi có nhiệt thừa bê lại đòi hỏi độ ẩm tương đối  $\varphi$  nhỏ (nhiệt tỏa ở giàn ngưng tụ có thể được xem như nhiệt thừa trong sơ đồ ĐHKK).



Hình 2-19. Các quá trình xử lý không khí trong máy hút ẩm

### Câu hỏi và bài tập

1. Hãy nêu mục đích của việc tính toán cân bằng nhiệt ẩm trong hệ thống ĐHKK?
2. Hãy nêu phương pháp tính toán nhiệt ẩm theo Carrier?
3. Xác định lượng nhiệt bức xạ mặt trời lớn nhất có khả năng xâm nhập vào không gian điều hòa qua một cửa sổ bằng kính tại Hà Nội, cửa sổ quay về hướng Đông tháng 6, khung kiểu loại, (nhiệt độ đọng sương trung bình  $t_s = 27^\circ\text{C}$ ), kính cơ bản, diện tích cửa sổ kề cả khung là  $4\text{m}^2$ ?
4. Các điều kiện giống như ví dụ 3 nhưng ở đây không dùng kính cơ bản mà dùng kính 6mm có màn chắn màu trung bình. Xác định nhiệt bức xạ lớn nhất xâm nhập vào trong phòng?

5. Các điều kiện giống như ví dụ 3 cho biết phòng nằm trong một tòa nhà văn phòng lớn, vị trí phòng ở tầng 2, diện tích sàn  $64m^2 = 8 \times 8m$ , cao 3m, vật liệu tường có khối lượng  $360kg/m^2$ , trần và sàn có khối lượng  $410kg/m^2$ ?
6. Các điều kiện giống như ví dụ 3, 4, 5, cho biết nhiệt tỏa do đèn ống và nhiệt hiện tỏa từ người là  $960 + 560W = 1520W$ . Xác định nhiệt hiện thực tế của người và đèn để tính cho năng suất lạnh? Giả sử, đèn và người hoạt động liên tục 8h đến 16h.
7. Văn phòng điều hòa có 5 người, cho biết  $t_N = 32,8^{\circ}C$ ,  $d_N = 23g/kg$ ,  $d_T = 14g/kg$ ,  $t_r = 25^{\circ}C$ . Xác định  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$ ?
8. Hãy nêu các quá trình xử lý không khí ẩm cơ bản trên đồ thị  $t - d$ ?
9. Hãy nêu các phương pháp xử lý nhiệt của không khí ẩm?
10. Hãy nêu các phương pháp xử lý ẩm của không khí ẩm?

## Chương 3

# THÀNH LẬP VÀ TÍNH TOÁN CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

### Mục tiêu

- Hiểu được sơ đồ thiết bị và nguyên lý làm việc của các sơ đồ ĐHKK.
- Biết cách thành lập và tính toán các sơ đồ ĐHKK trên đồ thị t – d.

### Nội dung tóm tắt

- Các khái niệm chung và sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn.
- Sơ đồ ĐHKK tuần hoàn 1 cấp.
- Sơ đồ ĐHKK tuần hoàn 2 cấp.
- Sơ đồ ĐHKK có phun ẩm bổ sung.

## I. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ SƠ ĐỒ ĐHKK KHÔNG TUẦN HOÀN

### 1. Khái niệm chung

Như trên đã nói, mỗi hệ thống ĐHKK gồm có 4 khâu, trong mỗi khâu lại gồm có nhiều thiết bị hoặc chi tiết. Số lượng các thiết bị và năng suất của chúng được lựa chọn cho phù hợp với tình hình thực tế, nghĩa là khi thiết kế người ta chọn chúng dựa theo sơ đồ ĐHKK.

Sơ đồ điều hòa không khí được thiết lập trên kết quả của các tính toán cân bằng nhiệt ẩm, đồng thời thỏa mãn các yêu cầu công nghệ phù hợp với điều kiện khí hậu.

Khi thành lập và tính toán các sơ đồ ĐHKK theo phương pháp truyền thống người ta sử dụng đồ thị I-d của không khí ẩm. Khi đó các điểm trạng thái của không khí như trạng thái không khí ngoài nhà (N), trạng thái không

khí trong nhà (T) và trạng thái không khí hỗn hợp (H) trong các sơ đồ ĐHKK có tuần hoàn, hoàn toàn có thể xác định được nhờ các đại lượng tính được. Điểm (O) là điểm trạng thái không khí sau khi qua dàn lạnh thì được lấy định hướng nằm trên đường  $\varphi = 95\%$  điều này sẽ làm cho việc tính toán sơ đồ có độ chính xác không cao so với khi sử dụng phương pháp Carrier.

Đối với phương pháp Carrier thì khi thành lập và tính toán các sơ đồ ĐHKK người ta sử dụng đồ thị t-d của không khí ẩm (hay còn gọi là ẩm đồ). Việc xác định điểm O người ta phải sử dụng các đại lượng như sau:

- Hệ số nhiệt hiện gồm ba loại : hệ số nhiệt hiện phòng, hệ số nhiệt hiện tổng và hệ số nhiệt hiện hiện dụng.
- Hệ số di vòng.
- Điểm dạng sương thiết bị.

Sử dụng ẩm đồ với các đại lượng trên đạt độ chính xác cao hơn. Vì điểm O tùy theo kiểu dàn lạnh hay dàn phun, số hàng ống, diện tích bề mặt trao đổi nhiệt lớn hay nhỏ mà có thể đạt  $\varphi = 90\%$  đến  $100\%$  chứ không lấy định hướng  $\varphi = 95\%$  như phương pháp truyền thống.

Để có thể thành lập và tính toán được các sơ đồ ĐHKK trên ẩm đồ, ta cần tìm hiểu các hệ số bên trên và phương pháp sử dụng chúng vào việc xây dựng và tính toán sơ đồ.

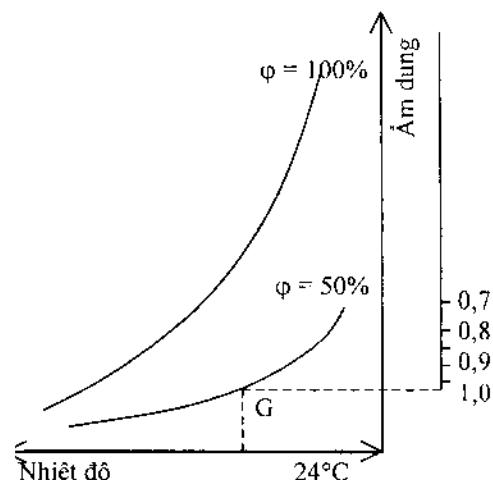
### 1.1. Điểm gốc và hệ số nhiệt hiện SHF ( Sensible Heat Factor) $\epsilon_h$

Trên ẩm đồ người ta chọn điểm gốc G ở  $t = 24^\circ\text{C}$  và  $\varphi = 50\%$ .

- Thang chia hệ số nhiệt hiện đặt ở bên phải của ẩm đồ (hình 3.1). Để đơn giản ký hiệu số hệ nhiệt hiện SHF là  $\epsilon_h$ .

### 1.2. Hệ số nhiệt hiện phòng RSHF (Room Sensible Heat Factor) $\epsilon_{hf}$

Hệ số nhiệt hiện phòng được ký hiệu là  $\epsilon_{hf}$  là tỷ số giữa thành phần nhiệt hiện trên tổng nhiệt hiện và ản của phòng chưa tính tới thành phần nhiệt hiện và nhiệt ản do gió tươi và gió lợt  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$  đem vào không gian điều hòa.



Hình 3-1: Điểm gốc G ( $t = 24^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 50\%$ ), và thang chia hệ số nhiệt hiện của ẩm đồ

Hệ số nhiệt phòng biểu diễn tia quá trình tự biến đổi không khí trong buồng lạnh V-T.

Hệ số nhiệt hiện phòng được tính theo biểu thức:

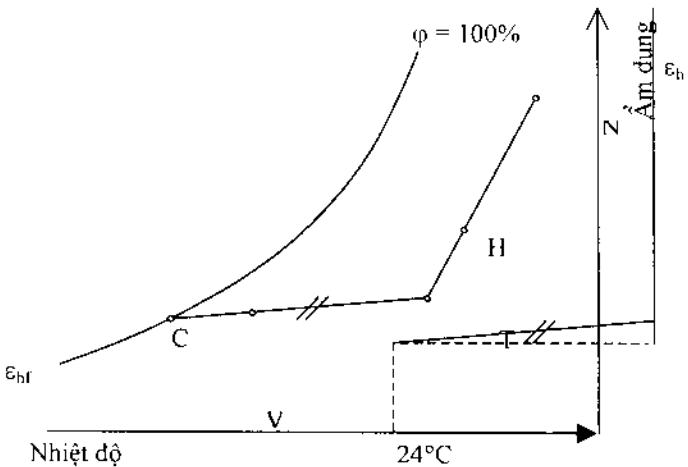
$$\varepsilon_{hf} = \frac{Q_{hf}}{Q_{hf} + Q_{af}} \quad (3-1)$$

$Q_{hf}$  - tổng nhiệt hiện của phòng (không có nhiệt hiện của gió tươi), W;

$Q_{af}$  - tổng nhiệt ẩn của phòng (không có thành phần nhiệt ẩn của gió tươi), W;

Hình 3-2 giới thiệu cách xác định tia  $\varepsilon_{hf}$  và đường tự biến đổi V-T.

Sau khi xác định được  $\varepsilon_{hf}$ , kẻ đường  $G - \varepsilon_{hf}$ . Từ T kẻ đường song song với đường  $G - \varepsilon_{hf}$  gấp  $\varphi = 100\%$ . Điểm C sẽ nằm trên đoạn CT với  $\varphi \approx 90 \div 100\%$  tùy theo diện tích và hiệu quả trao đổi nhiệt ẩm của dàn lạnh.



Hình 3-2: Hệ số nhiệt hiện phòng  $\varepsilon_{hf}$  và cách xác định quá trình biến đổi V-T.

### 1.3. Hệ số nhiệt hiện tổng GSHF (Grand Sensible Heat Factor) $\varepsilon_{ht}$

$Q_h$  – thành phần nhiệt hiện, kề cả phần nhiệt hiện do gió tươi đem vào  $Q_{hN}$  có trạng thái ngoài N;

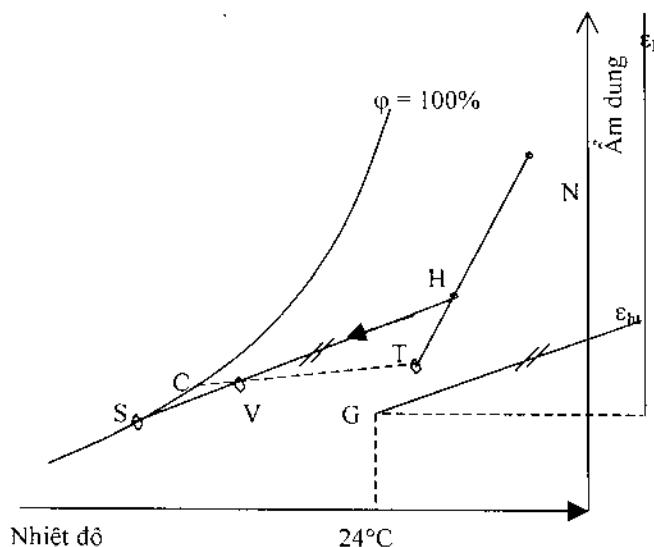
$$\varepsilon_{ht} = \frac{Q_h}{Q_h + Q_a} = \frac{Q_{hf} + Q_{hN}}{(Q_{hf} + Q_{hN}) + (Q_{af} + Q_{aN})} = \frac{Q_h}{Q_t} \quad (3-2)$$

$Q_a$  – thành phần nhiệt ẩn, kề cả phần nhiệt ẩn do gió tươi đem vào  $Q_{aN}$  có trạng thái ngoài trời N;

$Q_t$  - tổng nhiệt thừa dùng để tính năng suất lạnh  $Q_0 = Q_t$ , W.

Hệ số nhiệt hiện tổng chính là độ nghiêng của tia quá trình từ điểm hòa trộn đến điểm thổi vào. Đây chính là quá trình làm lạnh và khử ẩm của không khí trong dàn lạnh sau khi hòa trộn giữa gió tươi và gió tái tuần hoàn. Hình 3-3

giới thiệu cách xác định  $\varepsilon_{hi}$  trên ấm đồ. Sau khi xác định được  $\varepsilon_{hi}$  bằng tính toán, đánh dấu lên thang chia  $\varepsilon_{hi}$ .



Hình 3-3: Hệ số nhiệt hiện tổng  $\varepsilon_{hi}$  và sự biến đổi không khí HV trong dàn lạnh (hoặc AHU).

Sau khi xác định được  $\varepsilon_{hi}$ , đánh dấu trên thang chia hệ số nhiệt hiện và nối điểm G -  $\varepsilon_{hi}$ . Từ điểm hòa trộn H kẻ đường song song với G -  $\varepsilon_{hi}$  cắt  $\varphi = 100\%$  tại S. S chính là điểm định sương thiết bị, còn V chính là điểm thổi vào. Do V phải cùng nằm trên HS và CT nên V chính là điểm cắt của hai đường này.

#### 1.4. Hệ số đi vòng $\varepsilon_{BF}$ (Bypass Factor)

Hệ số đi vòng là tỷ số giữa lượng không khí đi qua dàn lạnh nhưng không trao đổi nhiệt ấm với dàn với tổng lượng không khí thổi qua dàn, ký hiệu là  $\varepsilon_{BF}$ :

$$\varepsilon_{BF} = \frac{G_H}{G_H + G_O} = \frac{G_H}{G} \quad (3-3)$$

$G_H$  – lưu lượng không khí đi qua dàn lạnh nhưng không trao đổi nhiệt ấm với dàn, kg/s, nên vẫn có trạng thái của điểm hòa trộn H;

$G_O$  – lưu lượng không khí đi qua dàn lạnh có trao đổi nhiệt ấm với dàn, kg/s, và đạt được trạng thái O;

G - tổng lưu lượng không khí qua dàn, kg/s.

Hệ số đi vòng  $\varepsilon_{BF}$  phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố trong đó quan trọng nhất là bề mặt trao đổi nhiệt của dàn, cách sắp xếp bố trí bề mặt trao đổi nhiệt ấm, số hàng ống, tốc độ không khí. Bảng 3-1 giới thiệu giá trị hệ số đi vòng của một số loại dàn lạnh ứng dụng trong các trường hợp khác nhau.

*Bảng 3-1  
Giá trị hệ số đi vòng BF của dàn lạnh*

Trị số BF	Trường hợp áp dụng	Ví dụ
0,3 ÷ 0,5	Tải nhiệt nhỏ hoặc tải nhiệt tương đối lớn nhưng với 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 hòa không khí thông 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 ÷ 0,1	Chỉ sử dụng không khí tươi (không có tái tuần hoàn)	Bệnh viện, phòng thờ, phân xưởng

Theo kinh nghiệm, khi dàn lạnh có 3 đến 4 hàng ống thì hệ số đi vòng nằm trong khoảng 0,15 đến 0,10.

Hệ số đi vòng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau như số hàng ống theo chiều chuyển động của không khí (hoặc số mũi phun, lưu lượng phun, cỡ giọt nước phun ...), bước cánh, tốc độ chuyển động của không khí qua dàn lạnh. Nếu diện tích dàn lạnh bằng  $\alpha$  thì hệ số đi vòng bằng không.

Bảng 3-2 giới thiệu hệ số đi vòng thực nghiệm theo số hàng ống, bước cánh và tốc độ không khí. Bước cánh tản nhiệt ở đây có hai loại: 315 cánh và 550 cánh trên 1 m chiều dài ống. Tốc độ không khí qua dàn lạnh khoảng từ 1,5 đến 3,5 m/s.

Bảng 3-2

Hệ số đi vòng kinh nghiệm của một số dàn lạnh phụ thuộc  
số hàng ống, bước cánh và tốc độ gió

Số hàng ống theo chiều chuyển động của không khí	Hệ số đi vòng $\epsilon_{BF}$	
	315 cánh/mét ống	550 cánh/mét ống
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	0,00 ÷ 0,02

Cũng có thể xác định hệ số đi vòng bằng đồ thị khi đã xác định được các điểm O ≡ V, H, S theo biểu thức sau:

$$\epsilon_{BF} = \frac{t_o - t_s}{t_h - t_s} = \frac{I_o - I_s}{I_h - I_s} = \frac{d_o - d_s}{d_h - d_s} \quad (3-4)$$

Trên đồ thị hình 3-4 ta thấy, hệ số đi vòng càng lớn (dàn lạnh có diện tích càng bé) điểm O dịch chuyển về phía điểm H và khi hệ số đi vòng càng nhỏ (diện tích dàn lạnh càng lớn) điểm O dịch chuyển về phía điểm S. Nếu diện tích dàn lạnh lớn vô cùng thì không khí đạt nhiệt độ điểm đọng sương thiết bị.

### 1.5. Hệ số nhiệt hiện hiệu dụng ESHF (Effective Sensible Heat Factor) $\epsilon_{hef}$

Là tỷ số giữa nhiệt hiện hiệu dụng của phòng và nhiệt tổng hiệu dụng của phòng:

$$\epsilon_{hef} = \frac{Q_{hef}}{Q_{hef} + Q_{uef}} = \frac{Q_{hef}}{Q_{uf}} \quad (3-5)$$

$Q_{hef}$  - nhiệt hiện hiệu dụng của phòng ERSH (Effective Room Sensible Heat):

$$Q_{hef} = Q_{hf} + \epsilon_{BF} \cdot Q_{hN} \quad (3-6)$$

$Q_{af}$  - nhiệt ẩn hiệu dụng của phòng ERLH (Effective Room Latent Heat):

$$Q_{aef} = Q_{af} + \varepsilon_{BF} \cdot Q_{aN} \quad (3-7)$$

$\varepsilon_{BF}$  - hệ số đi vòng (Bypass Factor);

$Q_{hN}$  - nhiệt hiện do gió tươi mang vào, W;

$Q_{aN}$  - nhiệt ẩn do gió tươi mang vào, W.

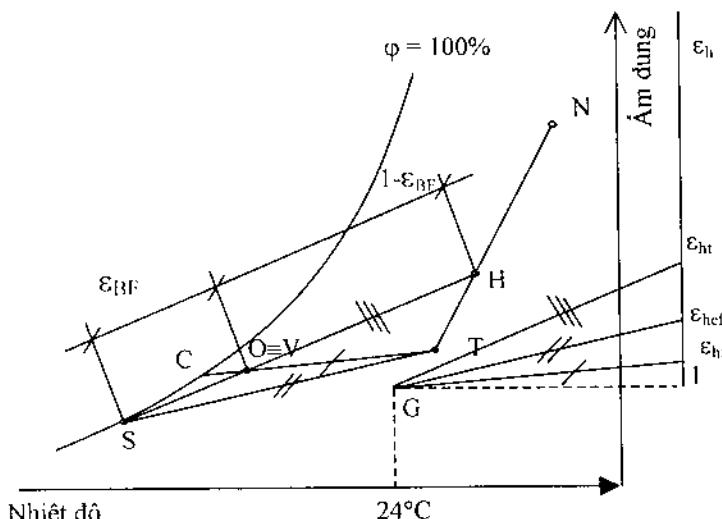
Đường nối ST trên hình 4.9 biểu diễn hệ số nhiệt hiện hiệu dụng  $\varepsilon_{hef}$  nêu:

$$\varepsilon_{hf} = \frac{Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}}{(Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}) + (Q_{af} + \varepsilon_{BF} Q_{aN})} \quad (3-8)$$

Hệ số nhiệt hiện hiệu dụng dùng để xác định nhiệt độ động sương S khi kẻ đường song song với G -  $\varepsilon_{hef}$  qua điểm T. S chính là giao điểm của nó với đường  $\varphi = 100\%$ . Hình 3-4 biểu diễn sơ đồ tuần hoàn một cấp với các hệ số nhiệt hiện và hệ số đi vòng và cách xác định các điểm O  $\equiv$  V và S.

### 1.6. Nhiệt độ động sương của thiết bị

Nhiệt độ động sương của thiết bị là nhiệt độ mà khi ta tiếp tục làm lạnh hỗn hợp không khí tái tuần hoàn và không khí tươi (có trạng thái hòa trộn H) qua điểm V theo đường  $\varepsilon_{hi}$  thì không khí đạt trạng thái bão hòa  $\varphi = 100\%$  tại điểm S. Điểm S chính là điểm động sương và nhiệt độ  $t_S$  là nhiệt độ động sương của thiết bị (xem hình 3-4).



Hình 3-4: Sơ đồ tuần hoàn một cấp với hệ số nhiệt hiện phòng và quan hệ qua lại với các điểm H, T, O, S.

Nhờ hệ số nhiệt hiện hiệu dụng ta có thể xác định được dễ dàng nhiệt độ điểm sương thiết bị trên ấm đồ (hình 3-4). Khi đã biết điểm  $T$  và tính được  $\varepsilon_{hcf}$ , ta kẻ đường  $G - \varepsilon_{hcf}$  sau đó từ  $T$  kẻ đường song song với đường  $G - \varepsilon_{hcf}$  cắt  $\varphi = 100\%$  tại  $S$ . Nhiệt độ  $t_S$  chính là nhiệt độ đọng sương thiết bị cần tìm.

- Bảng 3-3 giới thiệu nhiệt độ đọng sương thiết bị phụ thuộc vào hệ số nhiệt hiện hiệu dụng  $\varepsilon_{hcf}$ , nhiệt độ yêu cầu trong không gian điều hòa  $t_T$  và độ ẩm yêu cầu trong không gian điều hòa  $\varphi_T$ . Nhờ bảng 3-3 ta có thể tra được  $t_S$  dễ dàng mà không cần phải tiến hành công việc phức tạp trên đồ thị.

(Xem bảng 3-3 trang 104)

Bảng 3-3

Nhiệt độ đong sương thiết bị phụ thuộc  
hệ số nhiệt hiện hiệu dụng  $\varepsilon_{hef}$  nhiệt độ và độ ẩm trong nhà  $t_T$  và  $\varphi_T$

$t_T, {}^\circ C$	$\varphi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đong sương của thiết bị, ${}^\circ C$									
		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
20	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,98	0,95	0,92	0,90	0,89	0,88			
	$t_s$	-3,0	-4,0	-6,0	-8,0	-10,0	-12,0	-20,0			
25	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85		
	$t_s$	-0,4	-1,0	-2,0	-3,0	-5,0	-8,0	-11,0	-16,0		
30	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85	0,83	0,82	0,81		
	$t_s$	2,0	1,0	0	-2,0	-4,0	-7,0	-10,0	-14,5		
35	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,95	0,91	0,88	0,86	0,82	0,79	0,78		
	$t_s$	4,2	3,0	2,0	1,0	0	-3,0	-6,0	-13,0		
40	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,94	0,89	0,86	0,83	0,81	0,77	0,75		
	$t_s$	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	-2,0	-10,0		
45	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,94	0,88	0,84	0,79	0,76	0,73	0,71		
	$t_s$	7,7	7,0	6,0	5,0	3,0	1,0	-2,0	-8,0		
50	$\varepsilon_{hef}$	1,00	0,97	0,88	0,83	0,73	0,72	0,78	0,68		
	$t_s$	9,3	9,0	8,0	7,0	5,0	3,0	0	-5,5		
20	$\varepsilon_{hef}$	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		
55	$\varepsilon_{hef}$	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	
60	$\varepsilon_{hef}$	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	
65	$\varepsilon_{hef}$	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	

$t_T, ^\circ C$	$\varphi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, $^{\circ}C$								
21	20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93	0,88		
		$t_s$	-2,3	-2,8	-4,3	-5,7	-6,0	-20,0		
	25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,94	0,90	0,88	0,84		
		$t_s$	0,5	-1,0	-2,0	-4,0	-6,0	-15,0		
	30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,93	0,88	0,84	0,82	0,80	
		$t_s$	2,9	2,0	1,0	-1,0	-4,0	-7,0	-13,0	
	35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,92	0,86	0,82	0,80	0,77	
		$t_s$	5,0	4,0	3,0	1,0	-1,0	-3,0	-12,0	
	40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,89	0,86	0,81	0,78	0,75	0,74
		$t_s$	7,0	6,0	5,0	4,0	2,0	0	-3,0	-5,0
	45	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,88	0,83	0,78	0,74	0,72	0,71
		$t_s$	8,6	8,0	7,0	6,0	4,0	1,0	0	-2,0
	50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,98	0,89	0,83	0,76	0,72	0,69	0,68
		$t_s$	10,2	10,0	9,0	8,0	6,0	4,0	1,0	0
	55	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,91	0,87	0,83	0,77	0,74	0,69	0,65
		$t_s$	11,7	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,0	3,0
	60	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,93	0,86	0,78	0,72	0,66	0,63	0,61
		$t_s$	13,0	12,5	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0
	65	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,86	0,81	0,73	0,68	0,62	0,59
		$t_s$	14,2	14,0	13,5	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0
	70	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,89	0,81	0,75	0,67	0,63	0,58	0,55
		$t_s$	15,4	15,0	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	7,0
	80	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,83	0,73	0,65	0,61	0,57	0,53	0,49
		$t_s$	17,4	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	14,0	10,5
	85	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,79	0,68	0,60	0,52	0,47	0,46	0,45
		$t_s$	18,4	18,0	17,5	17,0	16,0	14,0	13,5	9,0
	90	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,73	0,0	0,52	0,45	0,43	0,41	
		$t_s$	19,3	19,0	18,5	18,0	17,0	16,0	13,0	
	95	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,71	0,53	0,44	0,41	0,39	0,37	
		$t_s$	20,2	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	16,0	

$t_1, {}^\circ\text{C}$	$\varphi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, ${}^\circ\text{C}$									
22	20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88	0,87			
		$t_s$	-1,6	-3,0	-5,0	-8,0	-12,0	-20,0			
	25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,91	0,87	0,84	0,82			
		$t_s$	1,3	0	-2,0	-5,0	-9,0	-15,0			
	30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,93	0,88	0,83	0,81	0,79		
		$t_s$	3,8	3,0	2,0	0	-3,0	-7,0	-14,0		
	35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,91	0,85	0,81	0,78	0,76		
		$t_s$	5,9	5,0	4,0	2,0	0	-3,0	-11,0		
	40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,89	0,82	0,77	0,73	0,72		
		$t_s$	7,8	7,0	6,0	4,0	1,0	-3,0	-9,0		
	45	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,88	0,83	0,77	0,74	0,71	0,69	
		$t_s$	9,5	9,0	8,0	7,0	5,0	3,0	0	-6,0	
	50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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

$t_1, {}^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	<i>Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, {}^\circ\text{C}</i>								
23	20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,93	0,90	0,88	0,87		
		$t_s$	-1,6	-3,0	-5,0	-8,0	-12,0	-20,0		
	25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,91	0,87	0,84	0,82		
		$t_s$	1,3	0	-2,0	-5,0	-9,0	-15,0		
	30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,93	0,88	0,83	0,81	0,79	
		$t_s$	3,8	3,0	2,0	0	-3,0	-7,0	-14,0	
	35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,91	0,85	0,87	0,78	0,76	
		$t_s$	5,9	5,0	4,0	2,0	0	-3,0	-11,0	
	40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,89	0,82	0,77	0,73	0,72	
		$t_s$	7,8	7,0	6,0	4,0	1,0	-3,0	-9,0	
25	45	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,88	0,83	0,77	0,74	0,71	0,69
		$t_s$	9,5	9,0	8,0	7,0	5,0	3,0	0	-6,0
	50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,88	0,83	0,75	0,71	0,68	0,66
		$t_s$	11,1	10,5	10,0	9,0	7,0	5,0	2,0	-1,5
	55	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,93	0,88	0,83	0,77	0,70	0,67	0,64
		$t_s$	12,5	12,0	11,5	11,0	10,0	6,0	6,0	3,0
	60	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,93	0,88	0,78	0,72	0,66	0,62	0,60
		$t_s$	13,8	13,5	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0	4,0
	65	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,87	0,80	0,72	0,68	0,61	0,57
		$t_s$	15,2	15,0	14,5	14,0	13,0	12,0	10,0	7,0
	70	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,89	0,81	0,73	0,66	0,62	0,56	0,53
		$t_s$	16,4	16,0	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0
										4,5

t <sub>T</sub> , °C	φ <sub>T</sub> , %	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, °C								
		ε <sub>hef</sub>	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,85		
20	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,85			
	t <sub>s</sub>	0,2	-1,0	-3,0	-6,0	-10,0	-20,0			
25	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,96	0,91	0,86	0,82	0,81			
	t <sub>s</sub>	3,0	2,0	0	-3,0	-7,0	-14,5			
30	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,97	0,91	0,84	0,80	0,78	0,77		
	t <sub>s</sub>	5,6	5,0	3,0	0	-3,0	-7,0	-12,5		
35	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,96	0,91	0,85	0,79	0,76	0,75	0,74	
	t <sub>s</sub>	7,6	7,0	6,0	4,0	1,0	-2,0	-5,0	-9,5	
40	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,95	0,89	0,81	0,76	0,73	0,71	0,70	
	t <sub>s</sub>	9,6	9,0	8,0	6,0	3,0	0	-3,0	-7,5	
45	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,97	0,89	0,83	0,79	0,74	0,70	0,68	0,67
	t <sub>s</sub>	11,3	11,0	10,0	9,0	8,0	6,0	3,0	0	-5,0
50	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,94	0,89	0,82	0,74	0,69	0,65	0,64	0,63
	t <sub>s</sub>	13,0	12,5	12,0	11,0	9,0	7,0	4,0	1,0	-3,5
55	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,93	0,87	0,82	0,76	0,69	0,64	0,61	0,60
	t <sub>s</sub>	14,5	14,0	13,5	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	-1,0
60	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,95	0,87	0,77	0,71	0,64	0,60	0,58	0,57
	t <sub>s</sub>	15,8	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	6,0	2,0
65	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,88	0,81	0,71	0,65	0,59	0,56	0,55	0,54
	t <sub>s</sub>	17,0	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	9,0	4,0
70	ε <sub>hef</sub>	1,00	0,92	0,82	0,73	0,65	0,56	0,52	0,51	0,50
	t <sub>s</sub>	18,3	18,0	17,5	17,0	16,0	14,0	11,0	10,0	6,0

$t_T, ^\circ C$	$\varphi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, "C								
25	20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,93	0,88	0,87	0,85	0,84	
		$t_s$	1,00	0	-2,0	-5,0	-8,0	-11,0	-16,0	
	25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,91	0,85	0,82	0,81	0,80	
		$t_s$	4,0	3,0	1,0	-3,0	-6,0	-8,0	-14,0	
	30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,93	0,87	0,82	0,78	0,77	0,76	
		$t_s$	6,5	5,0	3,0	0	-4,0	-7,0	-12,0	
	35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,92	0,87	0,84	0,78	0,75	0,74
		$t_s$	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0	2,0	-2,0	-4,0
	40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,90	0,85	0,79	0,75	0,72	0,70
		$t_s$	10,4	10,0	9,0	8,0	6,0	4,0	1,0	-3,0
	45	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,88	0,83	0,79	0,73	0,69	0,67
		$t_s$	12,4	12,0	11,0	10,0	9,0	7,0	4,0	1,0
	50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,89	0,82	0,73	0,68	0,64	0,63
		$t_s$	14,0	13,5	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	3,0
	55	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,88	0,83	0,76	0,68	0,62	0,60
		$t_s$	15,4	15,0	14,5	14,0	13,0	11,0	8,0	5,0
	60	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,86	0,76	0,70	0,63	0,59	0,57
		$t_s$	16,7	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	8,0
	65	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,88	0,79	0,69	0,64	0,58	0,54	0,53
		$t_s$	18,0	17,5	17,0	16,0	15,0	13,0	10,0	8,0
	70	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,92	0,81	0,73	0,63	0,58	0,53	0,50
		$t_s$	19,2	19,0	18,5	18,0	17,0	16,0	14,0	11,0

$t_T, {}^\circ C$	$\varphi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, ${}^\circ C$									
26	20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,90	0,86	0,84				
		$t_s$	1,6	0	-3,0	-8,0	-15,0				
	25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,87	0,83	0,81	0,80			
		$t_s$	4,8	3,0	0	-3,0	-7,0	-13,5			
	30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,87	0,81	0,78	0,76			
		$t_s$	7,2	6,0	4,0	1,0	-3,0	-11,5			
	35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,92	0,84	0,78	0,76	0,74	0,73	0,72	
		$t_s$	9,4	8,0	6,0	3,0	1,0	-1,0	-3,0	-9,0	
	40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,97	0,90	0,81	0,76	0,72	0,69	0,68	
		$t_s$	11,4	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0	-2,0	-6,0	
	45	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,98	0,89	0,83	0,75	0,69	0,66	0,65	0,64
		$t_s$	13,2	13,0	12,0	11,0	9,0	6,0	2,0	-2,0	-4,5
	50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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	5,0
	70	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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

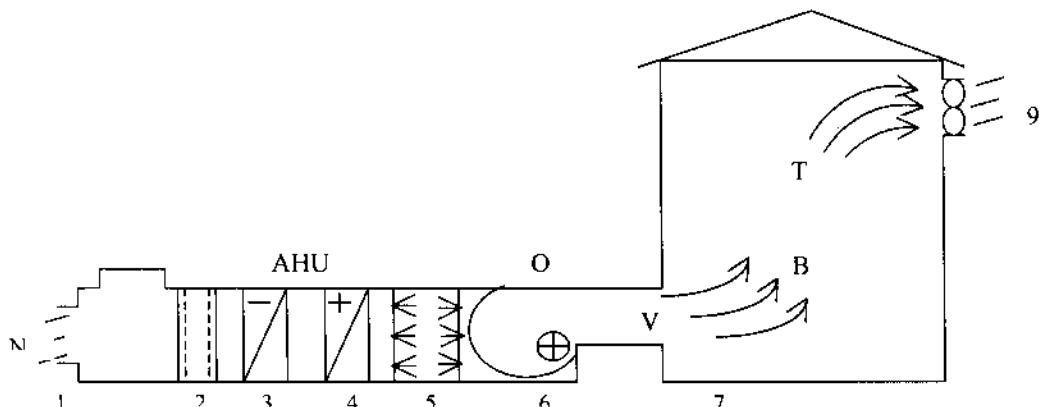
$t_T, {}^\circ\text{C}$	$\phi_T, \%$	Xác định nhiệt độ điểm đóng sương của thiết bị, ${}^\circ\text{C}$								
20	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,96	0,90	0,86	0,84	0,83			
	$t_s$	2,4	1,4	-2,0	-6,0	-10,0	15,0			
25	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,89	0,86	0,81	0,80	0,79		
	$t_s$	5,5	4,0	2,0	0	-4,0	-6,0	-13,5		
30	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,95	0,87	0,81	0,78	0,76	0,75		
	$t_s$	8,1	7,0	5,0	2,0	-1,0	-5,0	-10,5		
35	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,93	0,88	0,81	0,76	0,73	0,72	0,71	
	$t_s$	10,3	9,0	8,0	6,0	3,0	0	-2,0	-8,0	
40	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,99	0,91	0,85	0,78	0,74	0,70	0,68	0,67
	$t_s$	12,3	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	3,0	0	-5,0
27	$\varepsilon_{\text{hef}}$	1,00	0,94	0,90	0,83	0,78	0,72	0,67	0,64	0,63
		$t_s$	14,1	13,5	13,0	12,0	11,0	9,0	6,0	2,0
50	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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
55	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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
60	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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
65	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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
70	$\varepsilon_{\text{hef}}$	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

## 2. Sơ đồ điều hòa không khí không tuần hoàn

### 2.1. Nguyên lí làm việc

Sơ đồ không tuần hoàn là sơ đồ mà không khí ngoài trời sau khi qua xử lí nhiệt ẩm được cấp vào phòng điều hòa rồi được thải thăng ra ngoài. Hình 3-5 biểu diễn nguyên lí cấu tạo thiết bị và làm việc của sơ đồ không tuần hoàn.

Nguyên lí làm việc như sau: 100% gió ngoài được lấy qua cửa lấy gió 1, qua phin lọc gió 2 vào dàn lạnh (mùa hè), quạt gió 6 vào phòng điều hòa và được quạt 9 xả ra ngoài. Mùa đông giàn lạnh không làm việc, gió được lấy qua cửa 1 qua phun lọc 2 vào calorife 4, qua dàn phun ẩm bổ sung 5 rồi qua quạt 6 để vào phòng điều hòa. Mùa hè là quá trình làm lạnh và khử ẩm, mùa đông là quá trình sưởi ấm và tăng ẩm (hoặc gia ẩm).



Hình 3-5: Nguyên lí làm việc của sơ đồ DHKK không tuần hoàn.

Trạng thái không khí: N-ngoài trời; O-sau khi xử lí nhiệt ẩm; V-điểm thổi vào (nếu bô qua tốn thất nhiệt qua quạt và ống gió cấp O=V); T-trong nhà; AHU bộ xử lí không khí (Air Handling Unit); 1- cửa cấp gió tươi; 2- bô lọc không khí; 3-dàn lạnh quạt; 4-dàn sưởi (calorife); 5-dàn phun ẩm bổ sung; 6-quạt li tâm; 7-miệng thổi; 8-không gian điều hòa; 9-quạt thổi gió

*Ưu điểm:*

- Đơn giản;
- Thải được toàn bộ chất độc hại, mùi hôi thối ra ngoài.

*Nhược điểm:*

- Yêu cầu năng suất lạnh và nhiệt rất lớn;
- Muốn tiết kiệm năng lượng lạnh và nhiệt phải dùng hồi nhiệt nhưng thiết bị hồi nhiệt không khí/không khí hiệu quả thấp, rất cồng kềnh và đắt tiền.

## Ứng dụng:

- Cho các phân xưởng độc hại, hầm ngầm, các giếng mỏ, các cơ sở quân sự đặc biệt ...

- Các cơ sở y tế như phòng mổ, phòng lây nhiễm.

### 2.2. Thành lập và tính toán sơ đồ

#### Thành lập sơ đồ

Thành lập sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn theo các bước sau:

Xác định nhiệt hiện và nhiệt ẩn của phòng  $Q_{hf}$  và  $Q_{af}$ .

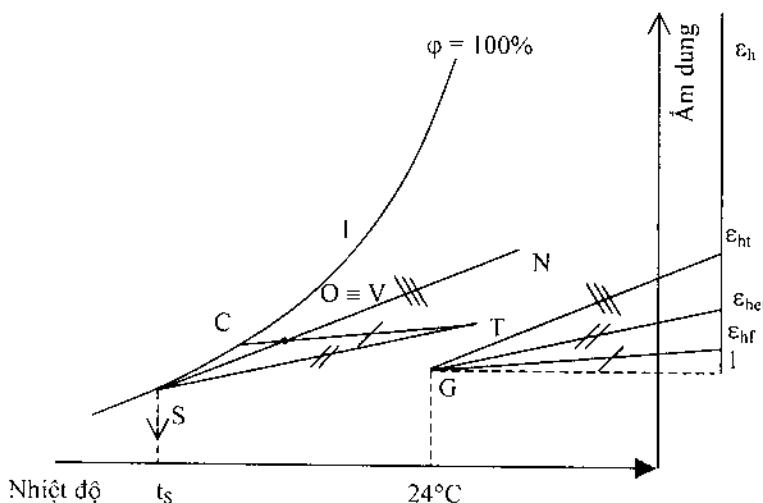
Xác định nhiệt hiện và nhiệt ẩn của không khí tươi  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$ .

Xác định các hệ số  $\varepsilon_{hf}$  và  $\varepsilon_{ht}$  (theo 3-1, 3-2).

Chọn giá trị hệ số đi vòng.

Tính hệ số nhiệt hiện hiệu dụng  $\varepsilon_{hef}$  (theo 3-8).

Xác định  $N(t_N, \varphi_N)$ ,  $T(t_T, \varphi_T)$ .



Hình 3-6: Sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn  
biểu diễn trên ấm đồ.

Dụng qua T đường thẳng song song với G -  $\varepsilon_{hf}$  cắt  $\varphi = 100\%$  tại C.

Dụng qua T đường thẳng song song với G -  $\varepsilon_{hef}$  cắt  $\varphi = 100\%$  tại S (S chính là điểm đóng sương thiết bị).

Nối S-N cắt C-T tại O, nếu bỏ qua tổn thất ở quạt và đường ống thì V≡O (V là điểm thổi vào). Ta được sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn N-V (≡ O)-T.

Trong đó:

N - V là quá trình xử lí nhiệt âm trong giàn lạnh;

V-T là quá trình tự biến đổi không khí trong phòng để thu nhiệt và khử ẩm.

*Tính toán sơ đồ*

Xác định nhiệt độ đọng sương  $t_s$ , sau đó tính lượng không khí cần thiết đi qua dàn lạnh:

$$L = \frac{Q_{hf}}{1,2(t_r - t_s)(1 - \varepsilon_{bf})}, \quad \text{1/s} \quad (3-11)$$

Ở đây có thể xảy ra 3 trường hợp:  $L = L_N$ ;  $L > L_N$ ;  $L < L_N$ . Ta sẽ xét từng trường hợp cụ thể:

Nếu lượng không khí  $L$  tìm được bằng  $L_N$  thì các kết quả tính trên là đúng và có thể xác định tiếp năng suất lạnh  $Q_0$ :

$$Q_0 = Q_h + Q_a = (Q_{bf} + Q_{hN}) + (Q_a + Q_{aN})$$

Trong đó

$Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$  tính theo  $L_N$ .

- Xác định nhiệt độ không khí khi ra khỏi dàn lạnh  $t_0 = t_v$  theo 3 cách khác nhau:

*Cách 1:* Từ biểu thức (3-9) với nhiệt độ đi vào dàn lạnh là  $t_N$  chứ không phải  $t_H$  ta có:

$$t_0 = t_s + \varepsilon_{bf}(t_N - t_s)$$

*Cách 2:* Vì  $O \cong V$  nên:

$$Q_{hN} = 1,23 \cdot L(t_N - t_0)$$

Và:

$$t_0 = t_N - \frac{Q_{hN}}{1,23L}$$

*Cách 3:* Xác định trên ẩm đồ:

Xác định

$$\varepsilon_{bf} = \frac{Q_{hf}}{Q_{hf} + Q_{af}}$$

và

$$\varepsilon_{hef} = \frac{Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}}{(Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}) + (Q_{af} + \varepsilon_{BF} Q_{aN})}$$

Kết  $\varepsilon_{hef}$  qua T cắt  $\phi = 100\%$  tại S, nối NS cắt  $\phi_{hf}$  tại O  $\equiv$  V, qua đó xác định được  $t_O = t_V$ .

Nếu  $L < L_N$  với  $\Delta L = L_N - L$ .

Khi  $\Delta L$  nhỏ có thể chọn  $\varepsilon_{BF}$  lớn hơn, ví dụ chọn dàn có ít hàng ống hơn để vi chỉnh. Nếu  $\Delta L$  lớn phải dùng phương pháp sấy bổ sung.

Nếu  $L > L_N$  phải tiến hành phép tính lặp. Khi tính lặp chọn  $L_N = L$  để tính toán  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$ .

Nếu xảy ra trường hợp  $\varepsilon_{hef}$  không cắt  $\phi = 100\%$  hoặc có  $t_S$  quá nhỏ, cũng phải sử dụng phương pháp sấy bổ sung.

*Ví dụ 3-1*

Cần điều hòa một phân xưởng hóa chất độc hại có  $n = 50$  người với lượng không khí tươi cho một người  $15 \text{ l/s}$ . Cho biết phân xưởng xây dựng tại Hà Nội,  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $\phi = 66\%$ . Nhiệt độ yêu cầu trong phòng  $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $\phi = 65\%$ . Biết tổng nhiệt hiện của phòng  $14500\text{W}$ , tổng nhiệt ẩn của phòng là  $3200\text{W}$ . Yêu cầu sử dụng sơ đồ thẳng.

Giải:

Lượng không khí tươi ít nhất cần :

$$L_N = n \cdot l = 50 \cdot 15 = 750 \text{ l/s}$$

Nhiệt hiện và nhiệt ẩn do không khí tươi mang vào:

$$Q_{hN} = 1,2 \cdot L_N (t_N - t_T) = 1,2 \cdot 750 \cdot (32,8 - 25) = 7020 \text{ W}$$

$$Q_{aN} = 3,0 \cdot L_N (d_N - d_T) = 3,0 \cdot 750 \cdot (20,6 - 12,8) = 17550 \text{ W}$$

$$\varepsilon_{hef} = \frac{Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}}{(Q_{hf} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}) + (Q_{af} + \varepsilon_{BF} Q_{aN})}$$

$$\varepsilon_{hef} = \frac{14500 + 0,05 \cdot 7020}{14500 + 0,05 \cdot 7202 + 3200 + 0,05 \cdot 17550} = 0,785$$

Theo bảng 3-1 chọn hệ số đi vòng  $\varepsilon_{BF} = 0,05$  cho trường hợp cần lượng không khí tươi nhiều.

### Xác định $\varepsilon_B$ :

Kết  $\varepsilon_{\text{hcf}} - T$  tìm được điểm S và xác định được  $t_s = 16,4^\circ\text{C}$ .

lượng không khí đi qua dàn lạnh:

$$L = \frac{Q_{ref}}{1,2 \cdot (t_r - t_s) \cdot (1 - \varepsilon_{ref})} = \frac{14500 \cdot 0,05 + 7020}{1,2 \cdot (25 - 16,4) \cdot (1 - 0,05)} = 1515 l/s$$

Ta thấy  $L > L_N$  do đó phải lấy  $L_N = 1515$  l/s và tính lại:

$$Q_{hN} = 1,2 \cdot 1515 \cdot (32,8 - 25) = 14188 \text{ W}$$

$$Q_{aN} = 3,0 \cdot 1515 \cdot (20,6 - 12,8) = 35451 \text{ W}$$

$$\mathcal{E}_{hof} = \frac{14500 + 0,05 \cdot 14188}{15209,4 + 3200 + 0,05 \cdot 35451} = 0,754$$

$t_s = 16,3^{\circ}\text{C}$  (xác định trên ấm đồ)

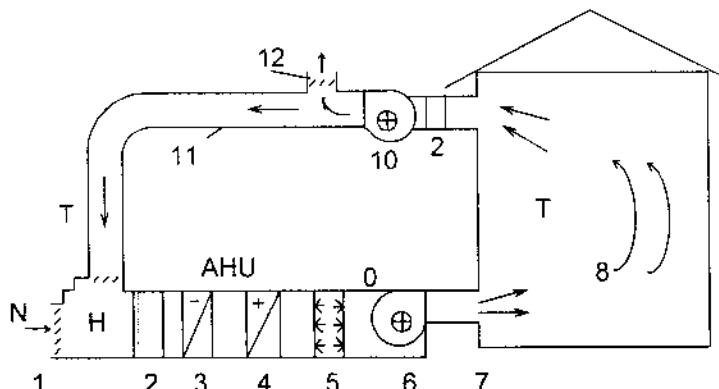
$$L = \frac{Q_{hf}}{1,2 \cdot (t_T - t_S) \cdot (1 - \varepsilon_{BF})} = \frac{15209,4}{1,2 \cdot (25 - 16,3) \cdot (1 - 0,05)} = 1533 l/s$$

$L \approx L_N = 1515 \text{ l/s}$ , ta có thể dùng bài toán ở đây.

## II. SƠ ĐỒ ĐHKK TUẦN HOÀN MỘT CẤP

## 1. Nguyên lí làm việc

Hình 3-7 mô tả nguyên lý cấu tạo thiết bị và làm việc của sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp.



Hình 3-7 Nguyên lý làm việc và sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp:

AHU - bộ xử lý không khí (Air Handling Unit); N – không khí ngoài trời; T-không khí tươi trong nhà; H-dòng không khí hồi; 1- cửa chớp (van) lấy gió tươi (gió trời); 2- phin lọc không khí; 3-dàn lạnh (dàn bay hơi hoặc dàn ống xoắn nước lạnh); 4-dàn sưởi (calorife); 5-dàn phun tăng ẩm; 6-quạt gió ly tâm; 7-miệng thổi vào phòng điều hòa; 8-không gian điều hòa; 10-quạt gió xả và hồi (có thể không có); 11-ống gió hồi và van điều chỉnh lưu lượng gió hồi; 12-ống gió xả và van điều chỉnh lưu lượng gió xả; H-buồng hòa trộn.

Nguyên lý là việc của hệ thống như sau: không khí ngoài trời (gió tươi) với lưu lượng  $G_N$ , kg/s, trạng thái N được quạt hút vào qua cửa chớp (van gió tươi) vào phòng hòa trộn 12. Ở đây diễn ra quá trình hòa trộn với gió hồi có trạng thái T và lưu lượng  $G_T$ . Sau khi hòa trộn, hỗn hợp có trạng thái không khí H và lưu lượng  $G_N + G_T$  được đưa qua các thiết bị xử lí không khí như phin lọc 2, dàn làm lạnh 3, calorife 4, dàn phun ẩm để tăng ẩm 5 để đạt được trạng thái O sau đó được quạt đưa vào phòng điều hòa qua các miệng thổi phân phổi 7. Trạng thái không khí thổi vào là V. Trong phòng điều hòa không khí sẽ tự biến đổi trạng thái từ V đến T do nhận nhiệt thừa và ẩm thừa trong không gian điều hòa. Sau đó không khí ở trạng thái T được quạt 10 hút qua các miệng hút, thải một phần ra ngoài theo đường xả và đưa một phần về phòng hòa trộn theo đường hồi.

Sơ đồ này được sử dụng rộng rãi nhất vì hệ thống tương đối đơn giản, đảm bảo được các yêu cầu vệ sinh, vận hành không phức tạp lại có tính kinh tế cao. Sơ đồ này được sử dụng cả trong lĩnh vực điều hòa tiện nghi và điều hòa công nghệ yêu cầu xử lí không khí kiêu trung tâm như hội trường, rạp hát, nhà ăn, tiền sảnh, phòng họp, nhà thể thao, trung tâm y tế, phân xưởng sản xuất, nhà hàng ăn uống, siêu thị, cửa hàng,...

## 2. Thành lập sơ đồ

Các bước tiến hành như sau:

Xác định toàn bộ nhiệt thừa hiện và ẩn của không gian điều hòa  $Q_{1h}$ ,  $Q_{1a}$ ,  $Q_{2h}$ ,  $Q_{2a}$ ,  $Q_{3h}$ ,  $Q_{3a}$ ,  $Q_{4h}$ ,  $Q_{4a}$ ,  $Q_{sh}$ ,  $Q_{sa}$ ,  $Q_{6h}$ ,  $Q_{6a}$  và  $Q_{hN}$ ,  $Q_{aN}$ .

Xác định tổng nhiệt hiện  $Q_h$ ,  $Q_h$  bằng tổng 7 thành phần nhiệt hiện nêu trên.

Xác định tổng nhiệt ẩn  $Q_a$ ,  $Q_a$  bằng tổng 4 thành phần nhiệt ẩn nêu trên.

Xác định  $Q_0$ ,  $Q_0$  bằng tổng nhiệt hiện và nhiệt ẩn hay bằng tổng 11 thành phần nhiệt hiện và nhiệt ẩn nêu trên.

### Xác định hệ số đi vòng $\epsilon_{BF}$ .

Tính  $\epsilon_{hf}$ ,  $\epsilon_{ht}$  và  $\epsilon_{het}$ .

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

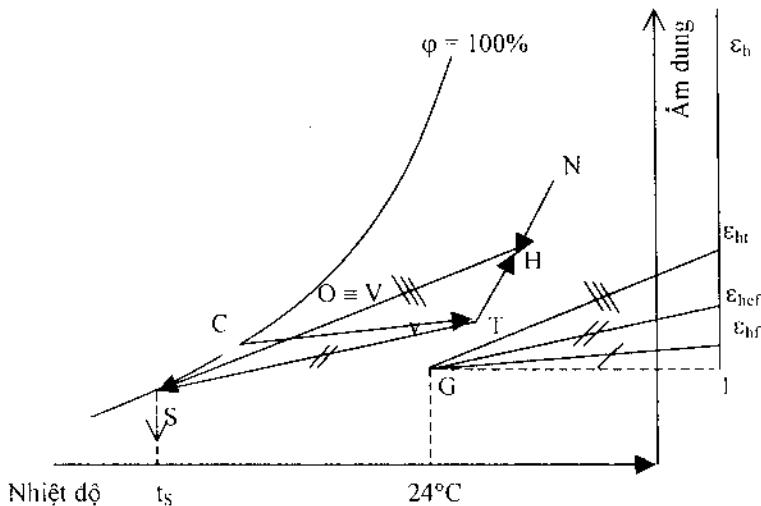
Qua T ké dường song song với  $G - \epsilon_{het}$ , cắt  $\varphi = 100\%$  ở S, xác định được nhiệt độ động sương  $t_S$ .

Qua S kẻ đường song song với  $G - \varepsilon_{\text{hi}}$  cắt đường NT tại H, xác định được điểm hòa trộn H.

Qua T kẻ đường song song với  $G - e_{hf}$  cắt đường SHI tại O.

Khi bỏ qua tổn thất nhiệt từ quạt gió và từ đường ống gió ta có  $O = V$  là điểm thôi vào.

Hình 3-8 biểu diễn sơ đồ DHKK tuần hoàn 1 cấp.



Hình 3-8: Sơ đồ ĐHKK tuần hoàn 1 cấp biểu diễn trên ôm đồ.

### 3. Tính toán sơ đồ

Kiểm tra hiệu nhiệt độ phòng và nhiệt độ thời vào:

Nếu đạt tiêu chuẩn vệ sinh  $\Delta t_{VT} \leq 10$  K thì tính lưu lượng gió. Nếu không đạt yêu cầu vệ sinh ( $\Delta t_{VT} > 10$  K) cần thiết phải sử dụng các biện pháp khác để giảm hiệu nhiệt độ thổi vào (ví dụ dùng sơ đồ tuần hoàn 2 cấp hoặc bổ sung) vì nhiệt độ thổi vào quá thấp sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Nếu thỏa mãn yêu cầu nhiệt độ thổi vào, tiến hành tính toán lưu lượng không khí qua dàn lạnh bằng biểu thức:

$$L = \frac{Q_{hef}}{1,2 \cdot (t_T - t_S) \cdot (1 - \varepsilon_{BF})}, \text{ l/s} \quad (3-12)$$

hoặc:

$$L = \frac{Q_{hj} + \varepsilon_{BF} Q_{hN}}{1,2 \cdot (t_T - t_S) \cdot (1 - \varepsilon_{BF})}, \text{ l/s} \quad (3-13)$$

$L$  – lưu lượng không khí, l/s;

$Q_{hef}$  – nhiệt hiện hiệu dụng của phòng, W;

$t_T, t_S$  – nhiệt độ trong phòng và nhiệt độ đọng sương, °C;

$\varepsilon_{BF}$  – hệ số đi vòng.

Lưu lượng không khí  $L$  cần thiết để dập nhiệt thừa hiện và ẩn của phòng điều hòa, đó cũng chính là lưu lượng không khí đi qua dàn lạnh (hoặc AHU) sau khi được hòa trộn. Tuy trong công thức (3-13) không có hệ số nhiệt hiện hiệu dụng nhưng chính nhờ nó ta mới có thể xác định được nhiệt độ đọng sương  $t_S$  (trong bảng 3-3) hoặc trên đồ thị.

Năng suất lạnh của hệ thống điều hòa không khí có thể tính kiểm tra bằng biểu thức:

$$Q_0 = G(I_H - I_V), \text{ kW}$$

$G$  – lưu lượng khối lượng không khí qua dàn lạnh, kg/s;

$$G = \rho \cdot L, \text{ kg/s}$$

$\rho$  – khối lượng riêng (mật độ) không khí  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ;

$L$  – lưu lượng thể tích của không khí,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$$L = L_N + L_T, \text{ l/s};$$

$L_N$  – lượng khí tươi đưa vào, l/s;

$L_T$  – lượng không khí tái tuần hoàn, l/s;

$I_H$  – entanpi không khí điểm hòa trộn ≡ không khí vào dàn lạnh,  $\text{kJ/s}$ ;

$I_V$  – entanpi không khí điểm thổi vào ≡ không khí ra khỏi dàn lạnh,  $\text{kJ/s}$ .

*Ví dụ 3-2*

Một tòa nhà được điều hòa không khí với điều kiện thiết kế  $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_T = 65\%$ ,  $Q_{ht} = 60\text{ kW}$ ,  $Q_{af} = 15\text{ kW}$  lưu lượng khí tươi cần thiết 1000 l/s. Xác định

nhiệt hiện và ẩn của khí tươi mang vào  $Q_{hN}$  và  $Q_{aN}$ ,  $Q_t$ , hệ số nhiệt hiện hiệu dụng, nhiệt độ đọng sương  $t_s$  và lưu lượng không khí  $L$ ,  $G$ , cho biết  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $t_{trN} = 27,4^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_N = 66\%$  (điều hòa cấp 3 tại Hà Nội).

Giải

Nhiệt hiện và ẩn do gió tươi mang vào theo biểu thức (2-30) và (2-31)

$$Q_{hN} = 1,2 \cdot L_N(t_N - t_T)$$

$$Q_{aN} = 3,0 \cdot L_N(d_N - d_T)$$

Xác định trên ấm đồ ta được  $d_N = 20,6 \text{ g/kg}$ ;  $d_T = 12,8 \text{ g/kg}$ .

Vậy:

$$Q_{hN} = 1,2 \cdot 1000 \cdot (32,8 - 25) = 9360 \text{ W}$$

$$Q_{aN} = 3,0 \cdot 1000 \cdot (20,6 - 12,8) = 23400 \text{ W}$$

Tổng nhiệt hiện và ẩn:

$$Q_h = 60000 + 9360 = 69360 \text{ W}$$

$$Q_a = 15000 + 23400 = 38400 \text{ W}$$

Năng suất lạnh yêu cầu:

$$Q_0 = Q_t = Q_h + Q_a = 69360 + 38400 = 107760 \text{ W} \approx 108 \text{ kW}$$

- Xác định hệ số đi vòng  $\varepsilon_{BF}$  trong bảng 3-1 với dàn lạnh áp dụng cho điều hòa không khí thông thường  $\varepsilon_{BF} = 0,15$ .

- Xác định hệ số nhiệt hiện hiệu dụng theo biểu thức (3-6)

$$\varepsilon_{het} = \frac{60000 + 0,15 \cdot 9360}{(60000 + 0,15 \cdot 9360) + (15000 + 0,15 \cdot 23400)} = 0,768$$

- Xác định hệ số nhiệt hiện phòng:

$$\varepsilon_{hf} = \frac{60000}{60000 + 15000} = 0,80$$

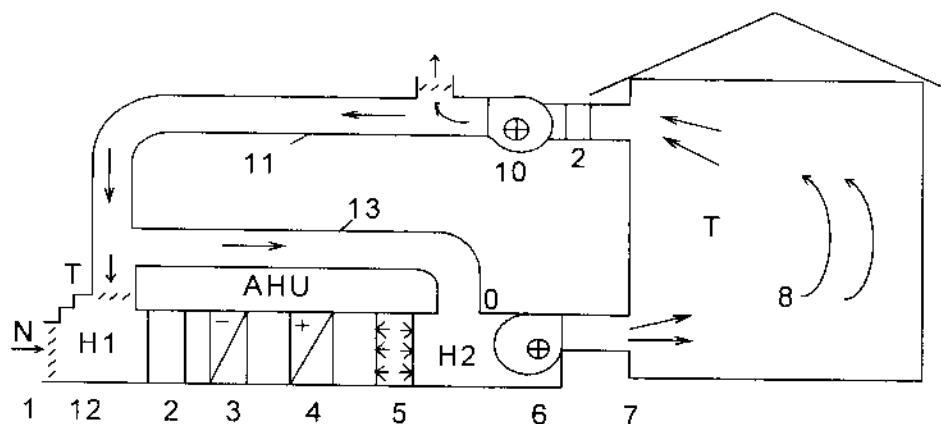
- Xác định hệ số nhiệt hiện tổng:

$$\varepsilon_{ht} = \frac{69594}{69594 + 38400} = 0,64$$

### III. SƠ ĐỒ ĐHKK TUẦN HOÀN HAI CẤP

#### 1. Nguyên lý làm việc

Hình 3-9 giới thiệu nguyên lý bố trí thiết bị và làm việc của sơ đồ tuần hoàn hai cấp nhằm nâng cao nhiệt độ thổi vào trong các trường hợp nhiệt độ thổi vào quá thấp không đảm bảo tiêu chuẩn tiện nghi.



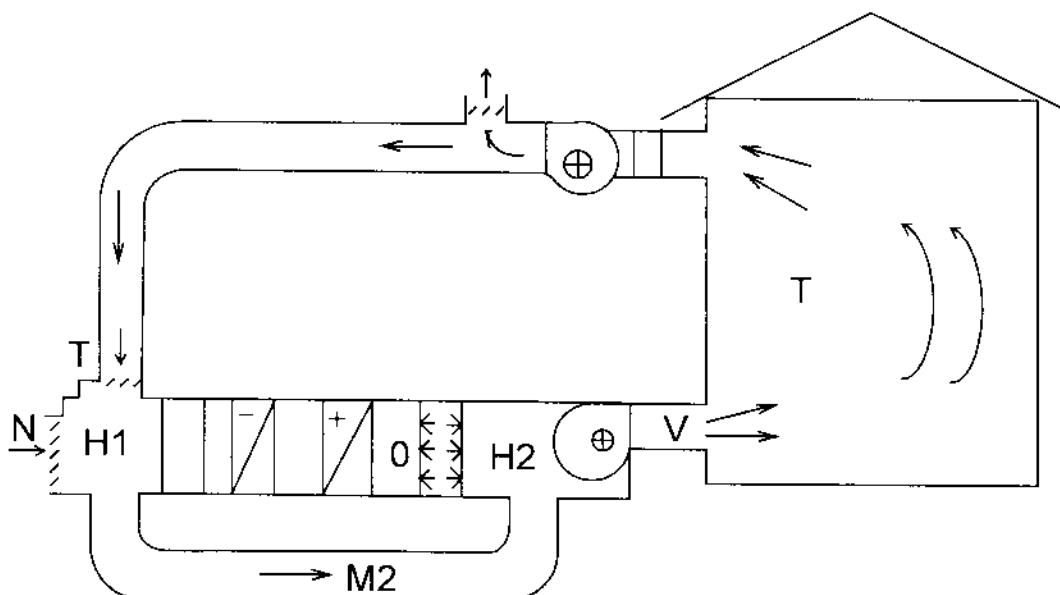
Hình 3-9. Nguyên lý cấu tạo và làm việc của sơ đồ tuần hoàn 2 cấp nhằm tăng nhiệt độ thổi vào  $t_v$ .

1. cửa (van) lấy gió tươi; 2. phin lọc; 3. dàn lạnh; 4. dàn sưởi; 5. tăng áp đoạn nhiệt; 6. quạt cấp; 7. miệng thổi; 8. phòng điều hòa; 10 quạt hồi; 11. ống gió hồi; 12. huồng hòa trộn cấp 1 (H1); 13. ống gió tuần hoàn cấp 2.

Không khí tái tuần hoàn có trạng thái T hòa trộn với gió tươi có trạng thái N đạt trạng thái H (hình 3-11). Sau khi được xử lí trong AHU, không khí hỗn hợp đạt trạng thái O, có nhiệt độ quá thấp. Hỗn hợp này lại được hòa trộn với không khí tuần hoàn cấp 2 có trạng thái T để được điểm hòa trộn H2 có trạng thái V, V chính là điểm thổi vào nên nhiệt độ thổi vào đã được nâng lên  $t_v > t_0$ .

Hình 3-10 giới thiệu nguyên lý bố trí thiết bị và làm việc của sơ đồ tuần hoàn cấp 2 nhằm điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm thổi vào.

Sau khi hòa trộn cấp 1 được trạng thái H một phần được đưa qua AHU để xử lí xuống trạng thái O (hình 3-12). Tại phòng hòa trộn cấp 2 dòng không khí đã xử lí tới trạng thái O được hòa trộn với dòng có trạng thái H<sub>1</sub> để được hỗn hợp không khí trạng thái H<sub>2</sub> hay V thổi vào phòng. Bằng cách điều chỉnh lưu lượng gió cấp 2, có thể điều chỉnh độ ẩm  $\varphi_T$  của phòng.



Hình 3-10. Nguyên lý cấu tạo và làm việc của sơ đồ tuần hoàn 2 cấp điều chỉnh độ ẩm và nhiệt độ thổi vào (chú thích xem hình 3-9).

Do ưu điểm của hai sơ đồ nêu trên, nên chúng được sử dụng trong các xí nghiệp công nghiệp, nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và tiết kiệm năng lượng. Sử dụng các sơ đồ này có thể giảm năng lượng sưởi cấp 2 hoặc bỏ được thiết bị phun ẩm bổ sung trong gian máy.

## 2. Thành lập và tính toán sơ đồ

### Thành lập sơ đồ

Các bước thành lập sơ đồ giống như sơ đồ điều hòa không khí tuần hoàn một cấp, chỉ có lưu ý như sau:

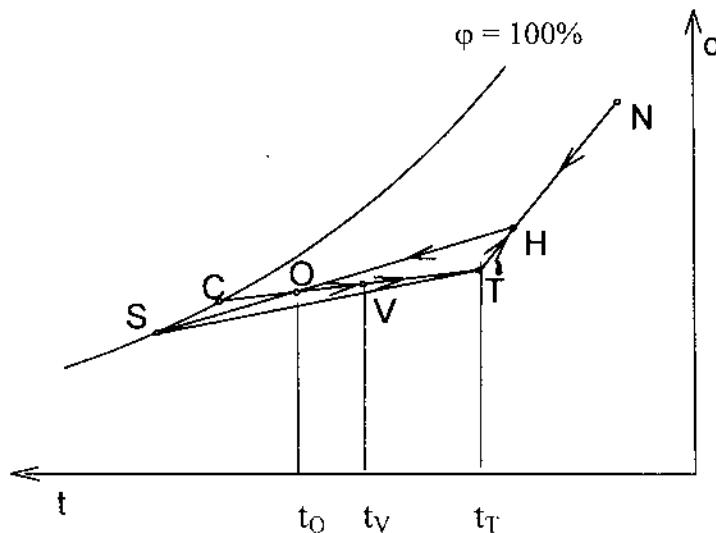
+ Chọn  $t_v = t_T + 10^\circ\text{C}$

+ Điểm V trên sơ đồ hình 3-8 sẽ là giao điểm của đường  $t_v$  và OT và điểm V trên sơ đồ hình 3-9 sẽ là giao điểm của đường  $t_v$  và OH.

Sau khi thành lập ta được các sơ đồ ĐHKK tuần hoàn 2 cấp trên ẩm đồ như sau:

Hình 3-11 biểu diễn sơ đồ ĐHKK tương ứng với sơ đồ hình 3-9 trên ẩm đồ nhằm điều chỉnh nhiệt độ thổi vào.

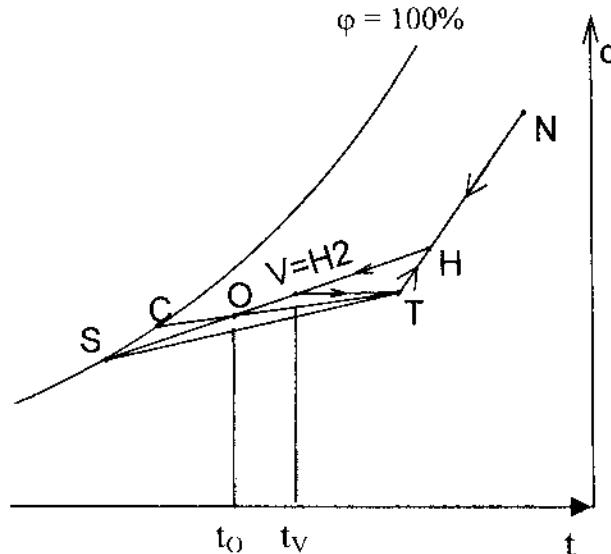
Hình 3-12 biểu diễn sơ đồ ĐHKK tương ứng với sơ đồ hình 3-10 trên ẩm đồ nhằm điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm điểm thổi vào.



Hình 3-11. Sơ đồ điều hòa không khí 2 cấp để điều chỉnh nhiệt độ thổi vào  $t_V > t_0$  nhờ hòa trộn cấp 2 giữa  $T$  và  $O$ .

### Tính toán sơ đồ

Theo sơ đồ biểu diễn trên hình 3-11: khi ra khỏi dàn lạnh không khí đạt trạng thái O, người ta cho hòa trộn với lượng không khí tái tuần hoàn cấp 2 có trạng thái V để thổi vào phòng. Lưu lượng không khí tái tuần hoàn chia ra làm hai phần cấp một và cấp hai:



Hình 3-12. Sơ đồ điều hòa không khí 2 cấp để điều chỉnh độ ẩm và nhiệt độ thổi vào

$$L_T = L_{T1} + L_{T2},$$

Lưu lượng không khí được tính như cũ:

$$L = \frac{Q_{heat}}{1,2(t_r - t_s)(1 - \epsilon_{RF})}, \quad (3-15)$$

Sau đó xác định  $L_T$ :

$$L_T = L - L_N, \text{ l/s}$$

Từ giá trị chọn  $t_V = t_T - 10^\circ\text{C}$  ta tìm được điểm V nằm trên đường OT là trạng thái hỗn hợp giữa  $L_1 = L_N + L_{T1}$  có trạng thái O và  $L_{T2}$  có trạng thái T.

Theo nguyên lý hỗn hợp ta có:

$$\frac{VO}{VT} = \frac{L_{T2}}{L_1} = \frac{L_{T2}}{L_N + L_{T1}} = \frac{t_V - t_O}{t_r - t_V} \quad (3-16)$$

$$\text{và} \quad L_T = L_{T1} + L_{T2}.$$

Giải các phương trình trên ta tìm được  $L_1$ ,  $L_{T1}$  và  $L_{T2}$ . Năng suất lạnh  $Q_0$  xác định theo biểu thức:

$$Q_0 = G_1 \cdot (I_H - I_O), \text{ kW}$$

$$G_1 = \rho \cdot L_1 = 0,0012 L_1, \text{ kg/s}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3 = 0,0012 \text{ kg/l}$$

Ở đây ta nhận thấy vì  $L_1 < L$  nên năng suất lạnh  $Q_0$  giảm đi đôi chút nhưng như đã phân tích ở trên,  $t_0$  thấp làm cho năng suất lạnh giảm. Hiệu suất kinh tế ra sao cũng cần phải tính toán kiểm tra thực tế.

Nếu sử dụng sơ đồ tái tuần hoàn cấp hai như biểu diễn trên hình 3-12, lưu lượng không khí  $L$  cũng được tính như trên, sau đó chọn nhiệt độ thổi vào phù hợp ( $\Delta t = t_T - t_V = 10^\circ\text{C}$ ). Điểm V thổi vào có lưu lượng  $L$  là do lưu lượng  $L_1$  có trạng thái O và lưu lượng  $L_2$  có trạng thái H hòa trộn với nhau.

$$L = L_1 + L_2$$

Theo nguyên tắc của hỗn hợp ta lại có:

$$\frac{VO}{VH} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{t_V - t_O}{t_H - t_V} \quad (3-17)$$

Giải 2 phương trình nêu trên ta tìm được  $L_1$  và  $L_2$ .

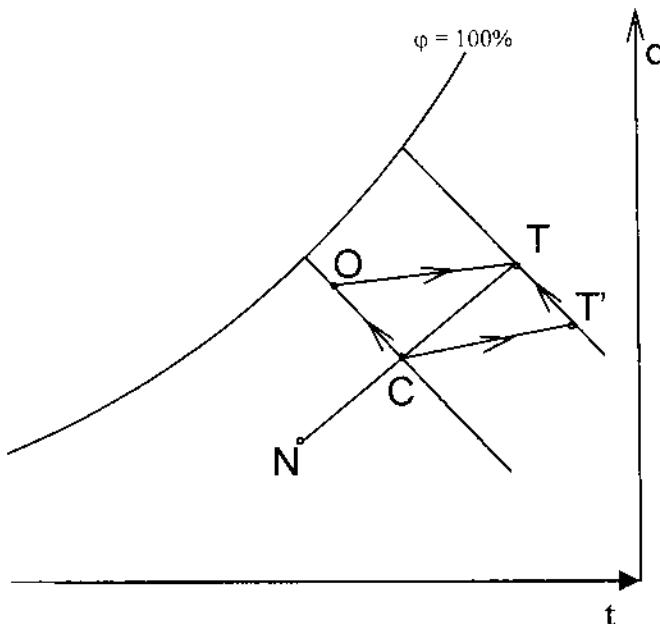
Tính năng suất lạnh  $Q_0$  giống như trên.

## IV. SƠ ĐỒ ĐHKK CÓ PHUN ẨM BỔ SUNG

### 1. Khái niệm chung

Sơ đồ phun ẩm bổ sung được sử dụng khi cần tăng ẩm cho gian máy hoặc không gian điều hòa bằng máy phun ẩm trực tiếp đặt ngay trong gian máy hoặc không gian điều hòa. Phun ẩm bổ sung có thể được sử dụng cho sơ đồ không tuần hoàn, sơ đồ có tuần hoàn không khí một cấp hoặc hai cấp. Trong phần này chỉ nghiên cứu các quá trình diễn ra ở bên trong gian máy hoặc không gian điều hòa. Để đơn giản, ta coi các quá trình phun ẩm bổ sung là đoạn nhiệt ( $I = \text{const}$ ). Việc sử dụng sơ đồ phun ẩm bổ sung cũng đem lại hiệu quả kinh tế đáng kể đối với sơ đồ mùa đông cũng như mùa hè.

### 2. Sơ đồ mùa đông



Hình 3-13. Sơ đồ phun ẩm bổ sung về mùa đông trên ẩm đồ.

Trên hình 3-13 trình bày trường hợp phun ẩm bổ sung cho sơ đồ tuần hoàn một cấp về mùa đông. Trong sơ đồ này NC, TC biểu diễn quá trình hòa trộn không khí ngoài trời (trạng thái N) và không khí trong phòng (trạng thái T). Không khí trạng thái C được thổi vào phòng, nhận nhiệt thừa, ẩm thừa và thay đổi trạng thái theo  $\epsilon_{hf}$  tới trạng thái T' trên đường  $I_T = \text{const}$  với  $\phi_{T'} < \phi_T$ . Khi được phun ẩm bổ sung không khí được tăng ẩm (đoạn nhiệt) đạt đến trạng thái

Tcần thiết. T'T biểu diễn quá trình phun ẩm bổ sung trong gian máy hoặc không gian điều hòa.

Như vậy, trong sơ đồ này đã thay thế các quá trình CO (thực hiện trong buồng phun) và OT (quá trình tự biến đổi trong phòng để nhận được nhiệt thừa và ẩm thừa theo tia  $\varepsilon_{ht}$ ). Vị trí C trên đồ thị t-d có thể chọn dễ dàng cho phù hợp với điều kiện vệ sinh.

Năng suất phun ẩm bổ sung:

$$W_{bs} = L \cdot (d_T - d_{T'}) , \text{kg/s} \quad (3-18)$$

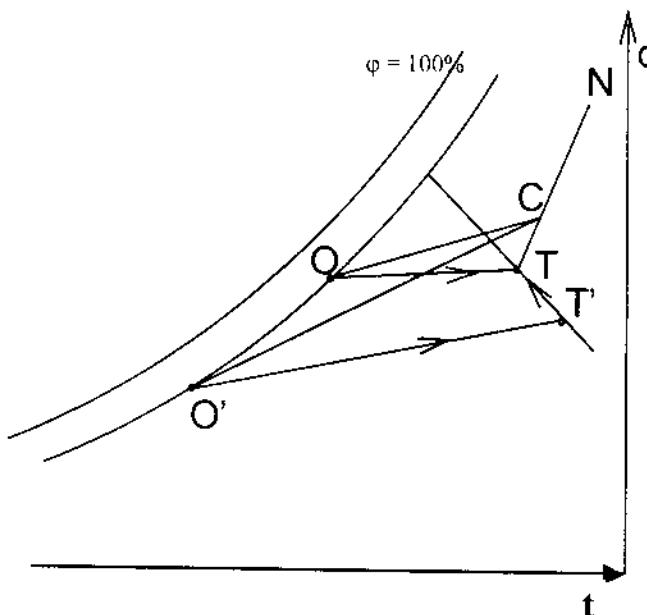
Trong đó:

L – lưu lượng không khí tuần hoàn, kg/s;

$d_T, d_{T'}$  – dung ẩm của không khí ở trạng thái T và T'.

Sơ đồ này được sử dụng phổ biến trong hệ thống ĐHKK không có buồng phun (chỉ dùng dàn lạnh).

### 3. Sơ đồ mùa hè



Hình 3-14. Sơ đồ phun ẩm bổ sung về mùa hè trên ẩm đồ.

Sơ đồ ĐHKK trên hình 3-14 ta thấy có thể đạt được trạng thái tính toán của không khí trong nhà  $T(t_T, \varphi_T)$  bằng 2 cách:

Cách 1: Xử lí không khí từ trạng thái C đến trạng thái O rồi thổi vào trong phòng, để tự biến đổi thu nhiệt thừa, âm thừa để đạt đến trạng thái T. (quá trình CO là quá trình làm lạnh, OT quá trình tự biến đổi theo  $\varepsilon_{hf}$ , coi  $V \equiv O$ ).

Năng suất gió cần thiết

$$L_1 = \frac{Q_r}{I_r - I_o}, \quad (3-19)$$

Năng suất lạnh cần thiết

$$Q_{01} = L_1(I_c - I_o) = \frac{Q_r}{I_r - I_o} \cdot (I_c - I_o), \quad (3-20)$$

Cách 2: Tiến hành xử lí không khí theo CO' rồi thổi không khí vào phòng, khi đó không khí tự thay đổi trạng thái theo  $\varepsilon_T$  đến T' (nằm trên  $I_T = \text{const}$ ). Vì  $\varphi_T \neq \varphi_{T'}$  nên tiến hành phun ẩm bổ sung (theo T'T) để đạt trạng thái T yêu cầu.

Năng suất gió cần thiết:

$$L_2 = \frac{Q_r}{I_r - I_{o'}} = \frac{Q_r}{I_r - I_o}, \quad (3.21)$$

Năng suất lạnh cần thiết:

$$Q_{02} = L_2(I_c - I_{o'}) = \frac{Q_r}{I_r - I_{o'}} \cdot (I_c - I_{o'}), \quad (3-22)$$

Vì  $I_{o'} < I_o$  nên so sánh (3-19) và (3-21) thấy ngay  $Q_{02} < Q_{01}$ . Điều này có thể chứng minh dễ dàng bằng cách viết (3-22) dưới dạng:

$$Q_{02} = Q_r \cdot \frac{(I_c - I_o + \delta)}{(I_r - I_o + \delta)},$$

với  $\delta = I_o - I_{o'}$  và lưu ý rằng tỷ số

$$\frac{I_c - I_o}{I_r - I_o} > 1$$

được cộng thêm cả tử số và mẫu số với cùng một số dương  $\delta$  sẽ làm cho phân số bé đi, nghĩa là  $Q_{02} < Q_{01}$ .

Qua phân tích ở trên có thể thấy: phun ẩm bổ sung mùa hè có tác dụng giảm năng suất cần thiết, đồng thời giảm cả năng suất lạnh yêu cầu.

Tóm lại, phun ẩm bô sung có tác dụng tốt cả mùa nóng cũng như mùa lạnh. Tuy nhiên, khi sử dụng hệ thống có phun ẩm bô sung cần lưu ý mấy điểm sau:

- Chỉ thực hiện phun ẩm bô sung khi lượng ẩm thiếu không quá 3g/kg, nếu lượng ẩm bô sung quá lớn sẽ làm thiết bị cồng kềnh và tiêu hao thêm nhiều điện năng;
- Với các hệ thống dùng buồng phun có hệ thống tuần hoàn không khí cấp II (có đường đi tắt) thì thường không cần thiết bị phun ẩm bô sung;
- Khi thực hiện phun ẩm bô sung bằng hơi nước cần chú ý đến vị trí cấp hơi và lưu lượng hơi. Vị trí cấp hơi vào đường ống gió càng gần cửa càng tốt; lượng hơi cấp vào vừa đủ, như vậy sẽ tránh được sự ngưng tụ hơi trên đường ống làm tăng nhiệt độ thổi vào (tốt nhất là cấp hơi ngay tại cửa thổi gió).

### Câu hỏi và bài tập

1. Hãy nêu mục đích của việc thành lập các sơ đồ điều hòa không khí?
2. Hãy nêu phương pháp thành lập sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn trên đồ thị  $t - d$ ?
3. Hãy thành lập sơ đồ ĐHKK không tuần hoàn cho một phân xưởng hóa chất độc hại có  $n = 50$  người với lượng không khí tươi cho 1 người là  $15\text{ l/s}$ . Cho biết phân xưởng xây dựng ở Hà Nội  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $\epsilon_N = 66\%$ . Nhiệt độ  $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $\phi_T = 65\%$ . Biết tổng nhiệt hiện của phòng  $3200\text{W}$ ?
4. Hãy nêu phương pháp thành lập sơ đồ tuần hoàn một cấp trên đồ thị  $t - d$ ?
5. Các điều kiện như bài tập 3. Hãy thành lập sơ đồ tuần hoàn không khí tuần hoàn một cấp. Giả sử phân xưởng trên không còn là phân xưởng hóa chất?
6. Hãy nêu phương pháp thành lập sơ đồ tuần hoàn 2 cấp trên đồ thị  $t - d$ ?
7. Hãy nêu phương pháp thành lập sơ đồ có phun ẩm bô sung trên đồ thị  $t - d$ ?

## Chương 4

# TÍNH TOÁN CHỌN MÁY VÀ THIẾT BỊ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

### **Mục tiêu**

- Hiểu được đặc điểm cấu tạo của các loại hệ thống ĐHKK.
- Biết cách tính chọn các hệ thống ĐHKK phù hợp với yêu cầu kinh tế và kỹ thuật.

### **Nội dung tóm tắt**

- Các khái niệm chung về hệ thống ĐHKK.
- Tính chọn máy ĐHKK cục bộ.
- Tính chọn máy ĐHKK kiểu tổ hợp.
- Tính chọn máy ĐHKK đặc chủng.
- Tính chọn máy ĐHKK xử lý nước tập trung.
- Tính chọn máy ĐHKK xử lý không khí tập trung.

## **I. KHÁI NIỆM CHUNG**

Trên cơ sở xây dựng và tính toán các sơ đồ ĐHKK đã nêu ở phần trên, chúng ta hoàn toàn xác định được công suất yêu cầu của từng thiết bị có trong hệ thống ĐHKK. Vấn đề được đặt ra trong chương này là: chúng ta phải đi tính chọn các máy và thiết bị như thế nào để phù hợp với các yêu cầu của hệ thống ĐHKK đã lựa chọn. Công việc tính toán máy và thiết bị bao gồm:

- Phân tích lựa chọn hệ thống ĐHKK cho phù hợp với yêu cầu cụ thể cho từng loại công trình.
- Xác định công suất của máy và thiết bị lạnh vừa lựa chọn khi chúng làm việc ở chế độ thực tế.

### **1. Phân tích lựa chọn hệ thống ĐHKK**

Hệ thống ĐHKK là một tập hợp máy móc, thiết bị, dụng cụ... để tiến hành các quá trình xử lý không khí như sưởi ấm, làm lạnh, khử ẩm, gia ẩm... điều

chinh không chế và duy trì các thông số vi khí hậu trong nhà như nhiệt độ, độ ẩm, độ sạch, khí tươi, sự tuần hoàn phân phối không khí trong phòng nhằm đáp ứng nhu cầu tiện nghi và công nghệ.

Việc lựa chọn hệ thống điều hòa thích hợp cho công trình là hết sức quan trọng, nó đảm bảo cho hệ thống đáp ứng được đầy đủ những yêu cầu của công trình. Nói chung, một hệ thống ĐHKK thích hợp khi thỏa mãn các yêu cầu do công trình đề ra cả về kỹ thuật, mỹ thuật, môi trường, sự tiện dụng về vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa, độ an toàn, độ tin cậy, tuổi thọ và hiệu quả kinh tế cao.

Ví dụ, khi thiết kế hệ thống ĐHKK cho một tòa nhà hoặc một phân xưởng có năng suất lạnh yêu cầu dưới 100 tấn lạnh (350kW) thì chỉ nên dùng loại tổ hợp gọn mà không dùng loại trung tâm nước. Nhưng đối với một tòa nhà chung cư, dù năng suất lạnh yêu cầu có lớn đến mấy cũng không thể dùng hệ thống trung tâm nước vì ở Việt Nam chưa có thói quen tính tiền điều hòa theo kiểu khoán diện tích vì mức sống còn chưa cao, hơn nữa nhiều gia đình không có thói quen dùng điều hòa, vì vậy tốt hơn hết là để gia đình tự trang bị, sử dụng và tự chịu tiền điện. Ở các nước phương Tây, việc sưởi ấm mùa đông và điều hòa mùa hè thường được tính khoán ngay vào tiền nhà vì các hệ thống cung cấp năng lượng này đều là kiểu trung tâm; nhưng chắc ở Việt Nam, chế độ này còn lâu mới thực hiện được. Do đó các chung cư cao vài chục tầng ở các khu Linh Đàm, Định Công, Trung Hòa vẫn phải thiết kế để các hộ gia đình có điều kiện tự lắp đặt các máy điều hòa cục bộ kiểu cửa sổ, 2 hoặc nhiều cụm kiểu tách tùy chủ hộ.

Các loại hệ thống ĐHKK hiện nay rất đa dạng và phong phú đáp ứng nhiều ứng dụng cụ thể của hầu hết các ngành kinh tế, tuy nhiên để có thể lựa chọn thích hợp các hệ thống ĐHKK, chúng ta cần phải biết được các đặc điểm cấu tạo và nguyên lý làm việc của từng loại hệ thống ĐHKK (phần này sẽ được trình bày chi tiết ở các mục sau).

## **2. Xác định công suất thực của hệ thống ĐHKK khi chế độ làm việc thay đổi**

Cũng giống như hệ thống lạnh, năng suất lạnh của hệ thống hoặc một máy ĐHKK không cố định mà luôn luôn thay đổi theo điều kiện môi trường, nghĩa là năng suất lạnh của máy điều hòa nhiệt độ tăng khi nhiệt độ trong phòng tăng và nhiệt độ ngoài nhà giảm và ngược lại giảm khi nhiệt độ trong phòng giảm và nhiệt độ ngoài nhà tăng. Nói tóm lại  $Q_0 = f(t_0, t_k)$ .

Nhà chế tạo thường cho năng suất của máy ĐHKK ở dạng đồ thị và dạng bảng phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và bên ngoài trong catalog kỹ thuật. Trong catalog thương mại thường chỉ có năng suất lạnh ở một chế độ tiêu chuẩn nên muốn biết năng suất lạnh ở chế độ khác cần phải tính toán hiệu chỉnh theo chế độ làm việc thực.

Vấn đề hiệu chỉnh và xác định năng suất lạnh thực của các máy điều hòa không khí thường rất phiền phức vì phải biết trước được rất nhiều các thông số thì mới có thể tính toán được. Do giới hạn của chương trình, chúng tôi không trình bày kỹ phần này. Để đơn giản và dễ sử dụng cho kỹ thuật viên trong thực tế, chúng tôi xin giới thiệu phương pháp ước đoán năng suất lạnh thực theo kinh nghiệm. Phương pháp này dễ dùng và đảm bảo được sai số cho phép.

Trong thực tế, hầu hết trong các catalog của các máy ĐHKK, các hằng số chế tạo chỉ cho công suất máy ở chế độ làm việc tiêu chuẩn.

- Đối với các máy ĐHKK của Nga và các nước thuộc phe xã hội chủ nghĩa cũ thì chế độ làm việc tiêu chuẩn của máy ĐHKK như sau:

- + Nhiệt độ sôi:  $t_0 = 5^\circ\text{C}$
- + Nhiệt độ quá nhiệt hơi hút:  $t_{qn} = 15^\circ\text{C}$
- + Nhiệt độ ngưng tụ:  $t_k = 35^\circ\text{C}$
- + Nhiệt độ quá lạnh lỏng:  $t_{ql} = 30^\circ\text{C}$ .

- Đối với các máy ĐHKK của Mỹ - Nhật thì chế độ làm việc tiêu chuẩn như sau:

- + Nhiệt độ trong nhà khô và ướt:  $t_f = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_v = 19^\circ\text{C}$  (đối khi  $t_v = 19,5^\circ\text{C}$ )
- + Nhiệt độ ngoài nhà  $t_N = 35^\circ\text{C}$ .

Trên cơ sở các chế độ làm việc tiêu chuẩn của hai dòng máy nêu trên, khi muốn chuyển đổi sang công suất lạnh thực tế khi máy làm việc ở chế độ thực, ta có thể áp dụng theo kinh nghiệm sau đây:

- Nhiệt độ bay hơi giảm  $1^\circ\text{C}$  so với nhiệt độ tiêu chuẩn (nhiệt độ trong phòng giảm  $1^\circ\text{C}$ ) năng suất lạnh thực giảm 3,3% so với năng suất lạnh tiêu chuẩn.
- Nhiệt độ ngưng tụ tăng  $1^\circ\text{C}$  (nhiệt độ ngoài trời tăng  $1^\circ\text{C}$ ) so với nhiệt độ tiêu chuẩn, năng suất lạnh thực giảm 1%.

Ví dụ:

Hãy xác định năng suất lạnh thực tế của một máy ĐHKK của Nga có kí hiệu là P80 môi chất lạnh R22, có năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn  $Q_{0TC} = 216 \text{ kW}$ . Khi máy làm việc ở chế độ:  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_{qn} = 10^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 40^\circ\text{C}$ ,  $t_{ql} = 35^\circ\text{C}$ .

Giải

Áp dụng phương pháp trên ta có:

- Nhiệt độ bay hơi thực  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  giảm đi so với  $t_{0\text{TC}}$  là:  $\Delta t_0 = 5 - 0 = 5^\circ\text{C}$ , vậy năng suất lạnh giảm đi là  $Q_0 = 5.3.3\% = 16.5\%$ .

- Nhiệt độ ngưng tụ thực  $t_k = 40^\circ\text{C}$  tăng lên so với  $t_{k\text{TC}}$  là:  $\Delta t_k = 40 - 35 = 5^\circ\text{C}$ , vậy năng suất lạnh giảm đi là  $Q_0 = 5.1\% = 5\%$ .

- Vậy  $Q_0$  thực bằng:

$$Q_{0\text{thực}} = [100\% - (16.5 + 5)\%].Q_{0\text{TC}} = 169.56 \text{ kW.}$$

Chú ý:

Khi áp dụng các phương pháp trên để tính toán công suất lạnh thực cho loại máy 2 hay nhiều cụm (máy điều hòa tách) thì ngoài việc tính toán công suất lạnh thực té thay đổi theo nhiệt độ còn phải tính đến ảnh hưởng của đường ống nối gas và độ cao chênh lệch giữa hai cụm dàn nóng và dàn lạnh. Nếu các giá trị đều nằm ngoài giá trị cho phép của nhà chế tạo, thì phải hiệu chỉnh thêm công suất lạnh. Đường ống nối gas và độ cao chênh lệch giữa hai cụm dàn nóng và dàn lạnh càng lớn thì công suất lạnh càng giảm. Hệ số hiệu chỉnh công suất lạnh được cho trong catalog của nhà chế tạo.

Ví dụ: Theo tài liệu của hãng Daikin khi độ dài ống gas dài 30m, độ cao chênh lệch giữa cụm dàn nóng và dàn lạnh từ 0 → 30m thì năng suất lạnh giảm 7%.

## II. TÍNH CHỌN MÁY ĐIỀU HÒA CỤC BỘ

### 1. Đặc điểm cấu tạo

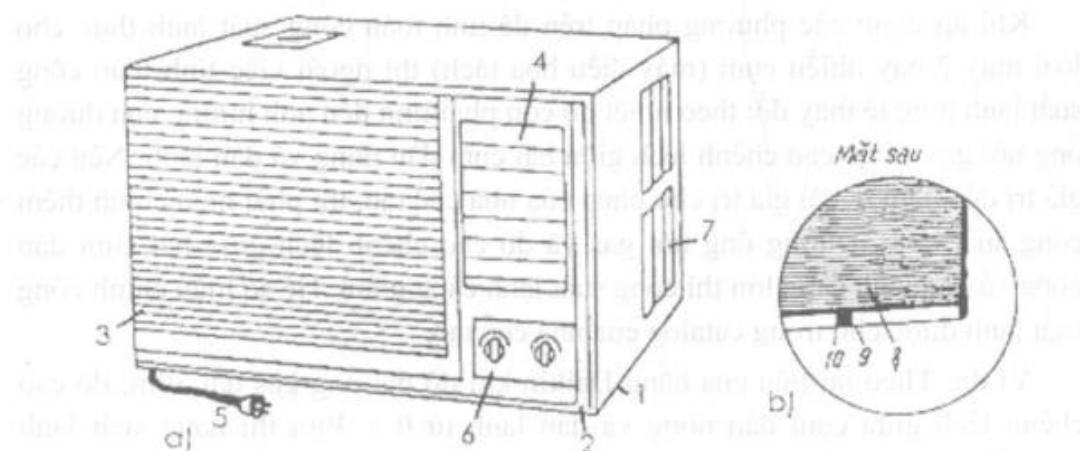
Máy điều hòa cục bộ gồm hai loại chính là máy điều hòa cửa sổ và máy điều hòa tách năng suất lạnh đến 7kW (24000BTU/h). Đây là loại máy nhỏ, hoạt động hoàn toàn tự động, lắp đặt, vận hành, bảo trì, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, tuổi thọ trung bình, độ tin cậy lớn, giá thành rẻ, rất thích hợp với các phòng và các căn hộ nhỏ, tiền điện thanh toán riêng biệt.

Nhược điểm cơ bản của máy cục bộ là rất khó áp dụng cho các phòng lớn, hội trường, phân xưởng, nhà hàng, cửa hàng, các tòa nhà cao tầng như khách sạn, văn phòng vì khi bố trí ở đây, các cụm dàn nóng bố trí bên ngoài sẽ là mất mỹ quan và phá vỡ kiến trúc của tòa nhà.

## 1.1. Máy điều hòa cửa sổ

Máy điều hòa cửa sổ là loại máy ĐHKK nhỏ nhất cả về năng suất lạnh và kích thước cũng như khối lượng. Toàn bộ các thiết bị chính như máy nén, dàn ngưng, dàn bay hơi, quạt giải nhiệt, quạt gió lạnh, các thiết bị điều khiển, điều chỉnh tự động, phin lọc gió, khử mùi của gió tươi cũng như các thiết bị phụ khác được lắp đặt trong một vỏ gọn nhẹ. Năng suất lạnh không quá 7kW (24.000BTU/h) và thường chia ra 5 loại 6, 9, 12, 18 và 24 ngàn BTU/h.

Hình 4-1 và 4-2 giới thiệu hình dáng và kết cấu của một máy điều hòa cửa sổ nói chung.



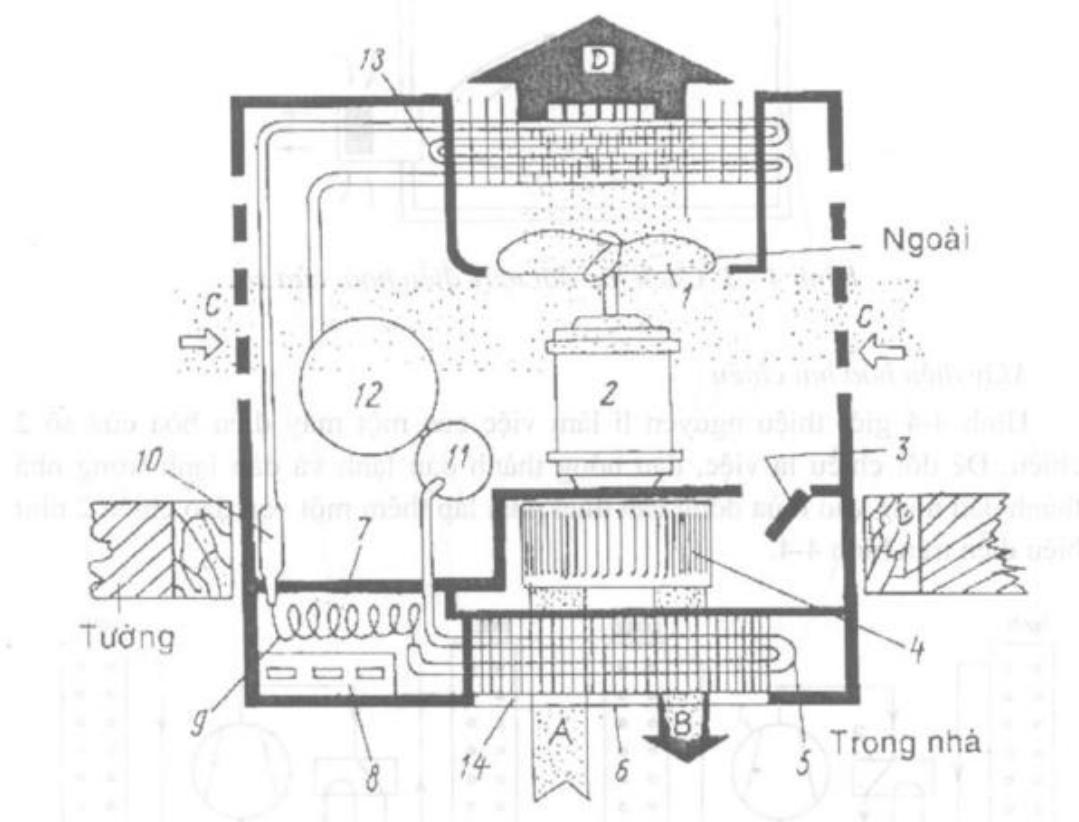
Hình 4-1. Hình dáng bên ngoài một máy điều hòa cửa sổ:

1. vỏ;
2. tấm nắp;
3. ghi lấy gió đồng thời là mặt trang trí;
4. chớp lật hướng gió thổi;
5. phích cắm điện;
6. bảng điều khiển;
7. cửa chớp lấy gió giải nhiệt;
8. dàn ngưng;
9. tấm đỡ;
10. ống xả nước ngưng.

Máy điều hòa cửa sổ có các ưu, nhược điểm sau:

- Chi cần cắm phích điện là máy chạy, không cần công nhân lắp đặt có tay nghề cao.
- Có sưởi mùa đông bằng bơm nhiệt.
- Có khả năng lấy gió tươi qua cửa lấy gió tươi.
- Nhiệt độ phòng được điều chỉnh nhờ thermostat với độ dao động khá lớn, độ ẩm tự biến đổi theo nên không khống chế được độ ẩm, điều chỉnh theo kiểu on-off.
- Khả năng làm sạch không khí kém.

- Độ ồn cao.
- Khó bố trí trong phòng hơn so với các loại hai cùm.
- Phải đục một khoảng tường rộng bằng máy điều hòa hoặc phải cắt cửa sổ để bố trí máy. Không có khả năng lắp cho phòng không có tường trực tiếp ngoài trời.
- Vốn đầu tư thấp vì giá rẻ do được sản xuất hàng loạt.
- Thích hợp cho các căn phòng nhỏ, căn hộ gia đình. Khó sử dụng cho các tòa nhà cao tầng vì làm mất mỹ quan và phá vỡ kiến trúc.

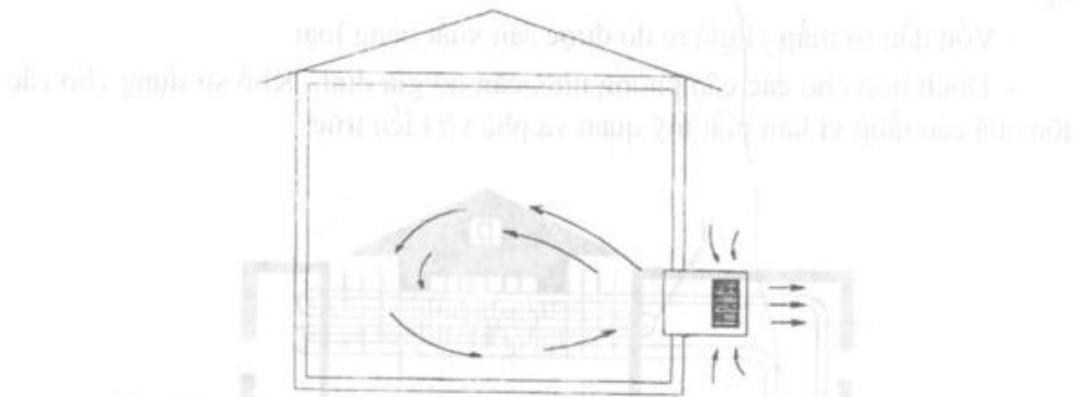


Hình 4-2. Nguyên tắc cấu tạo máy điều hòa cửa sổ

1. Quạt hướng trục; 2. Động cơ quạt; 3. Cửa lấy gió tươi; 4. Quạt ly tâm; 5. Dàn bay hơi; 6. Phin lọc không khí; 7. Tấm ngăn cách nhiệt; 8. Bảng điều khiển; 9. Ống mao; 10. Phin sấy lọc; 11. Bầu giãn nở, tách lỏng, tiêu âm đường hút; 12. Máy nén rôto; 13. Dàn ngưng; 14. Phin lọc không khí; 15. A, B - không khí lạnh trong phòng vào và ra; C, D - gió giải nhiệt vào và ra

Hình 4-3 Giới thiệu cách lắp đặt máy điều hòa cửa sổ trên vách phòng.

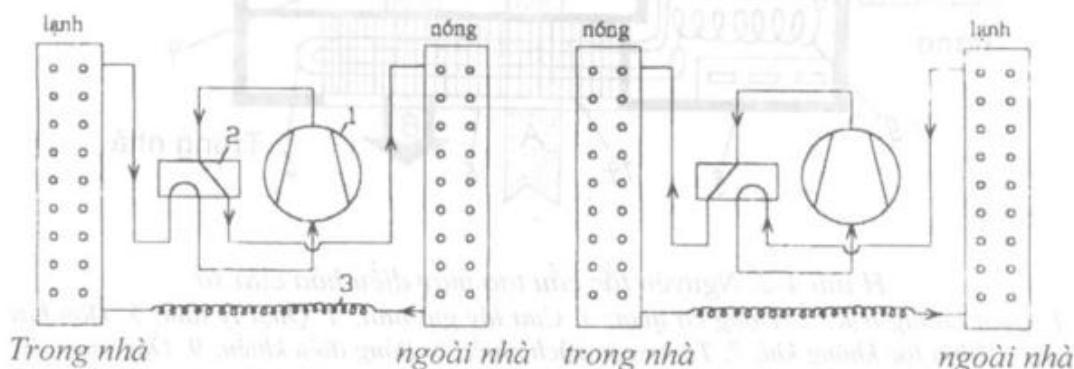
Cần hết sức chú ý là hướng luồng gió phía trong và phía ngoài nhà cần được thông thoáng, nếu bị cản trở khả năng làm việc của máy giảm, tiêu tốn điện năng tăng, đôi khi dẫn đến cháy máy, đặc biệt khi bố trí các bao che bảo vệ máy phía ngoài.



Hình 4-3. Cách lắp đặt máy điều hòa cửa sổ

#### Máy điều hòa hai chiều

Hình 4-4 giới thiệu nguyên lý làm việc của một máy điều hòa cửa sổ 2 chiều. Để đổi chiều là việc, dàn nóng thành dàn lạnh và dàn lạnh trong nhà thành dàn nóng vào mùa đông cần thiết phải lắp thêm một van đảo chiều 2 như biểu diễn trên hình 4-4.



a) Làm lạnh mùa hè

b) Sưởi ấm mùa đông

Hình 4-4. Máy điều hòa 2 chiều (heat pump) có van đảo chiều:

a) làm lạnh; b) sưởi ấm; 1. máy nén; 2. van đảo chiều; 3. ống mao.

Ở chế độ làm lạnh, dòng môi chất đi vào dàn nóng phía ngoài nhà và đi qua ống mao (từ phải sang trái) để vào dàn lạnh trong nhà. Ở chế độ sưởi ấm, van đổi chiều 2 hoạt động làm đổi chiều dòng môi chất từ máy nén ra đi vào dàn trong nhà, qua ống mao (từ trái sang phải) để đi vào dàn ngoài trời, dàn trong nhà trở thành dàn nóng, dàn ngoài trời trở thành dàn lạnh.

Qua quá trình đảo chiều kéo dài khoảng 10 giây. Trong quá trình đảo chiều xảy ra hiện tượng hơi nóng có áp suất cao tràn vào đường hút. Áp suất đầu đầy tụt xuống một chút rồi lại quay trở lại giá trị ban đầu. Áp suất hút tăng lên rồi lại hạ xuống dần dần.

Bảng 4-1 giới thiệu thông số kỹ thuật một số loại máy điều hòa cửa sổ Carrier.

Bảng 4-1

Máy điều hòa cửa sổ Carrier loại 1 chiều/2 chiều, điện áp 220V, 1 pha, 50Hz.

Kiểu	Năng suất lạnh, kW (Btu/h)	Năng suất sưởi, kW (Btu/h)	Công suất tiêu thụ, kW làm lạnh (sưởi ấm)	Dòng làm việc, A làm lạnh (sưởi ấm)	Năng suất hút ẩm, l/h	Kích thước phủ bì, mm	Khối lượng, kg
51G7	2,05 (7000)	- -	0,735 (-)	3,4 (-)	1,5	470 327 435	27
51G9	2,61 (8900)	- -	1,04 (-)	5,0 (-)	1,8	470 327 435	27
51V12	3,52 (12000)	- -	1,41 (-)	6,5 (-)	2,5	560 327 600	41
51V18	5,28 (18000)	- -	2,22 (-)	11,9 (-)	2,5	620 395 716	64

51C24	6,89 (23500)	- -	2,80 (-)	13,3 (-)	2,7	660 445 738	77
77QRA 009	2,55 (8700)	2,35 (8000)	0,95 (0,73)	4,4 (3,4)	0,94	560 378 600	42
51QCB 612	3,93 (13400)	3,58 (12200)	1,14 (1,13)	6,5 (5,2)	1,7	620 395 716	55
51QGA 118	5,57 (19000)	5,51 (18800)	2,33 (2,14)	10,0 (9,9)	2,0	660 445 738	75
51QG 222	6,68 (22800)	6,65 (22000)	2,62 (2,30)	12,1 (10,7)	3,2	660 445 738	77

## 1.2. Máy điều hòa tách (split air conditioner)

### 1.2.1. Máy điều hòa hai cụm

Hình 4-5 giới thiệu hình dáng cấu tạo của một máy điều hòa kiểu tách hai cụm (split air conditioner). Cụm trong nhà gồm có dàn lạnh, bộ điều khiển và quạt li tâm kiểu trực cán. Cụm ngoài trời gồm có block (máy nén, động cơ), dàn nóng và quạt hướng trục. Hai cụm được nối với nhau bằng các ống gas đi và về. Ống xả nước ngưng từ dàn bay hơi ra và đường dây điện đôi khi được bố trí dọc theo hai đường ống này thành một búi ống.

Máy điều hòa hai và nhiều cụm có nhiều ưu điểm trong đó việc giảm được tiếng ồn trong nhà rất phù hợp với yêu cầu tiện nghi nên được sử dụng rộng rãi trong gia đình.

Một ưu điểm khác là dễ lắp đặt bộ trí dàn lạnh và dàn nóng, ít phụ thuộc vào kết cấu nhà, đỡ tốn diện tích lắp đặt, chỉ phải đục tường một lỗ nhỏ đường kính 70mm, đảm bảo thẩm mỹ cao.

Nhược điểm chủ yếu là không lấy được gió tươi nên cần có quạt lấy gió tươi. Nhược điểm khác là ống dẫn gas dài hơn, dây điện tốn nhiều hơn, giá

thành đất hơn, Khi lắp đặt, thường dàn lạnh cao hơn dàn ngưng nhưng chiều cao không nên quá 3m và chiều dài đường ống dẫn gas không nên quá 10m. Một nhược điểm khác nữa là ồn phía ngoài nhà, có thể làm ảnh hưởng đến các hộ bên cạnh.

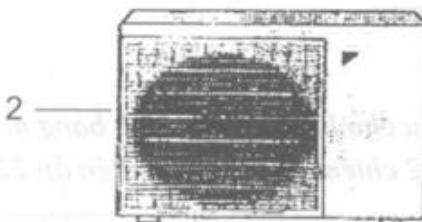
### Indoor unit

#### Wall mounted type



**FT2531B**  
**FT3531B**

### Outdoor unit



**R25F**

**Hình 4 – 5. Máy điều hòa 2 cụm:**

1. cụm trong nhà; 2. cụm ngoài nhà; 3. bộ điều khiển từ xa (remot controller)

Vào đầu năm 1994, hãng Daikin của Nhật Bản giới thiệu máy điều hòa nhiều cụm (multi-system) gồm một cụm dàn nóng và 3 đến 5 cụm dàn lạnh, 1 chiều và 2 chiều, dùng cho các căn hộ từ 3 đến 5 phòng. Máy có bộ điều khiển trung tâm đặt ở phòng máy chủ. Có thể chọn phòng máy chủ là phòng khách hoặc phòng ngủ sao cho tiện lợi nhất. Các phòng khác vẫn có bộ điều khiển riêng rẽ nhưng vẫn phải phụ thuộc vào phòng máy chủ. Ví dụ, phòng máy chủ bật chế độ làm lạnh thì 4 phòng còn lại chỉ có thể làm lạnh hoặc tắt máy, chứ

không thể sưởi ấm. Khi phòng máy chủ tắt chế độ lạnh thì các phòng khác mới có thể sưởi ấm được mà thôi. Máy có thể làm việc hoàn toàn tự động theo chương trình kể cả việc chuyển đổi chế độ làm lạnh và sưởi ấm.

Bảng 4-2 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số máy điều hòa 2 cụm thông dụng, dàn lạnh là kiểu treo tường ký hiệu FTY hoặc đặt sàn ký hiệu FVY. Các giá trị cho trong bảng 4-2 là tính cho điện áp 220V, 50Hz. Năng suất lạnh theo nhiệt độ trong nhà  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tr} = 19^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngoài trời  $t_N = 35^\circ\text{C}$ ,  $t_{Nr} = 24^\circ\text{C}$  với tốc độ quạt cao (Hi-Fan). Năng suất sưởi tính theo nhiệt độ trong nhà  $t_T = 20^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngoài trời  $t_N = 7^\circ\text{C}$  và  $t_{Nr} = 6^\circ\text{C}$  ở tốc độ quạt cao (Hi-Fan).

Bảng 4-3 đến 4-6 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số loại máy điều hòa 2 cụm và nhiều cụm mới nhất của Daikin, điều chỉnh năng suất lạnh bằng máy biến tần với một số đặc tính ưu việt khác so với máy thông thường.

Ví dụ, loại máy ký hiệu FTK(X) giới thiệu trong bảng 4-3 có trang bị một thiết bị gọi là con mắt thông minh (intelligent eye) có đầu cảm hồng ngoại nhận biết được có người trong phòng hay không. Khi có người trong phòng, máy điều hòa hoạt động tự động ở chế độ bình thường, nhưng khi không còn người trong phòng, con mắt thông minh lập tức chuyển máy sang chế độ canh chừng để tiết kiệm năng lượng.

Bảng 4-2

Máy điều hòa hai cụm (điều chỉnh năng suất lạnh bằng máy biến tần, dàn lạnh treo tường của Daikin 2 chiều (heat pump), điện áp 220V, 1 pha 50Hz)

Kiểu	Cụm trong nhà		FTY25FV1A	FTY35FV1A	FTY50GV1A	FTY60GV1A
	Cụm ngoài nhà		RY25FV1A	RY35FV1A	RY50GV1A	RY60GV1A
Năng suất lạnh	KW (Btu/h)	2,50 8530	3,75 12800	5,20 17750	6,15 21000	
Năng suất sưởi	KW (Btu/h)	3,26 11130	4,22 14400	5,80 19800	7,00 23900	
Dòng làm việc	Làm lạnh Sưởi ấm	A	4,2 4,5	6,8 6,4	9,7 8,8	11,2 11,0
Công suất tiêu thụ	Làm lạnh Sưởi ấm	kW	0,87 0,95	1,39 1,30	1,90 1,70	2,30 2,26

COP	Hệ số lạnh	kW/kW	2,87	2,70	2,74	2,67
	Hệ số nhiệt		3,45	3,25	3,41	3,10
Đường ống ga	Lòng Hơi	mm	φ6,4		φ15,9	
			φ9,5	φ12,7	φ15,9	

Cụm trong nhà (màu trắng hạnh nhân)			FTY25FV1A	FTY35FV1A	FTY50GV1A	FTY60GV1A
Lưu lượng gió (H) quạt 5 tốc độ và Auto	Làm lạnh Sưởi ấm	$m^3/ph$	7,2 7,8	9,5 10,6	14,0 16,3	14,0 16,3
Dộ ồn	Làm lạnh Sưởi ấm	dB(A)	29 ÷ 38 29 ÷ 38	32 ÷ 39 32 ÷ 39	35 ÷ 45 33 ÷ 44	37 ÷ 46 34 ÷ 46
Kích thước (cao x rộng x sâu)	mm	275x750x179	289x790x189	298x1050x190		
Khối lượng	kg	7	9	12		
Điều chỉnh gió	Trái, phải, ngang và xuống					

Cụm ngoài nhà (màu trắng ngà)			RY25FV1A	RY35FV1A	RY50GV1A	RY60GV1A
Máy nén kín rôto công suất	kW	075	130	170	220	
Lượng nạp R22	kg	102	112	155	175	
Độ ồn	Làm lạnh Sưởi ấm	dB(A)	47 48	47 48	49 51	54 54
Kích thước (cao x rộng x sâu)	mm	540x750x270	540x750x270	685x800x300	685x880x350	
Khối lượng	kg	38	41	51	75	

*Ghi chú:*

- Kiểu FVY là loại dàn đặt trên sàn.
- Các giá trị đã cho theo điện áp 220V.
- Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tu} = 19^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngoài trời  $t_N = 35^\circ\text{C}$ ,  $t_{Nu} = 24^\circ\text{C}$ , tốc độ quạt cao nhất (Hi).
- Năng suất sưởi dựa trên nhiệt độ trong nhà  $20^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngoài trời  $t_N = 7^\circ\text{C}$ ,  $t_{Nu} = 6^\circ\text{C}$  ở tốc độ quạt cao nhất (Hi).

Mức ồn là giá trị chuyển đổi của phòng không tiếng dội do theo tiêu chuẩn của Nhật JIS.

Trong thực tế vận hành mức độ ồn có thể cao hơn do các điều kiện môi trường.

Bảng 4.3

Loại máy điều hòa hai cùm ký hiệu FTK (X) biến tần, có con mắt thông minh, một và hai chiều

		1 chiều lạnh				2 chiều nóng lạnh	
Ký hiệu	Cụm trong nhà					FTK25JVE	JTK35JVE
	Cụm ngoài trời	Lạnh	Danh định (min - max)	KW	BTu/h	RK25JVE	RK35JVE
Nâng suất				2,55 (1,3 - 3,2)	8720 (4400 - 10900)	3,50 (1,4 - 4,0)	2,54 (1,3 - 3,0)
		Sưởi	Danh định (min - max)	KW	BTu/h	12000 (4800 - 13700)	8700 (4400 - 10300)
				-	-	-	3,4 (1,3 - 4,0)
				-	-	11600 (4400 - 13600)	14300 (4800 - 17600)
Nguồn điện		1 pha, 220 - 240V, 50 Hz/ 1 pha, 220 - 230 V, 60 Hz				273 x 784 x 185	
Kích thước phủ bì (H x W x D)		mm				7.5	
Khối lượng		kg				560 x 695 x 265	
Kích thước phủ bì (H x W x D)		mm				31	
Khối lượng		kg				31	
Phạm vi nhiệt độ làm việc		°C				10 đến 46	
Phạm vi ẩm độ		%				32	
Phạm vi áp suất		hPa				10 đến 46	
Thời gian chờ		h				10 đến 21	

Ghi chú: Năng suất lạnh dựa trên  $t_r = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tu} = 19^\circ\text{C}$ ,  $t_N = 35^\circ\text{C}$

Năng suất nhiệt dựa trên  $t_T = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_N = 7^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{Ng} = 6^{\circ}\text{C}$

Bảng 4-4

Loại máy điều hòa hai cùm ký hiệu FTK (X) D và FTK (X) D biến tần có con mắt thông minh, 1 và 2 chiều

Kiểu dàn lạnh treo tường				1 chiều lạnh		2 chiều nóng lạnh		
Ký hiệu	Cùm trong nhà		FTKD50JVE	FTKD60JVE	FTKD71JVEA	FTKD50JVE	FTKD60JVE	
	Cùm ngoài trời		(RKD60JVEA)	(RKD60JVEA)	(RKD71JVEA)	(RKD60JVEA)	(RKD71JVEA)	
Năng suất	Lạnh	Danh định (min - max)	KW	5,2 (0,9-5,8)	6,2 (0,9-7,0)	7,1 (0,9-8,0)	5,2 (0,9-5,8)	
	Sưởi	Danh định (min - max)	Btu/h	17800 (3100 - 19800)	21200 (3100 - 24000)	24300 (3100 - 27300)	17800 (3100 - 19800)	
Nguyên điện					(3100 - 19800)		(3100 - 24000)	
Kích thước phu bì (H x W X D)	mm		298 x 1050 x 190		12		12	
Khối lượng	kg		5 đến 46		5 đến 46		5 đến 46	
Phạm vi nhiệt độ làm việc	lạnh	lạnh	0°C khô	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt
Kiểu dàn lạnh treo tường					1 chiều lạnh		2 chiều nóng lạnh	
Ký hiệu	Cùm trong nhà		FTKD50JVE	FTKD60JVE	FTKD50JVE	FTKD60JVE	FTKD60JVE	
	Cùm ngoài trời		(RKD60JVEA)	(RKD60JVEA)	(RKD60JVEA)	(RKD60JVEA)	(RKD60JVEA)	
Năng suất	Lạnh	Danh định (min - max)	KW	4,7 (0,9 - 5,3)	5,7 (0,9 - 6,5)	4,7 (0,9 - 5,3)	5,7 (0,9 - 6,5)	
	Sưởi	Danh định (min - max)	Btu/h	16000 (3100 - 18100)	19500 (3100 - 22200)	16000 (3100 - 18100)	19500 (3100 - 22200)	
Nguyên điện					1 pha, 220 - 240 V, 50 Hz/1 pha, 220 - 230 V, 60 Hz		1 pha, 220 - 240 V, 50 Hz/1 pha, 220 - 230 V, 60 Hz	
Kích thước phu bì (H x W X D)	mm		298 x 1050 x 190		17		17	
Khối lượng	kg		5 đến 46		5 đến 46		5 đến 46	
Phạm vi nhiệt độ làm việc	lạnh	lạnh	0°C khô	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt	0°C ướt

Ghi chú: Năng suất lạnh dựa trên nhiệt độ trong nhà  $t_r = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_u = 19^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngoài trời  $t_N = 35^\circ\text{C}$ Năng suất nhiệt dựa trên nhiệt độ trong nhà  $t_r = 20^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngoài trời  $t_u = 7^\circ\text{C}$ ,  $t_{N\text{U}} = 6^\circ\text{C}$

Bảng 4-5

Loại máy điều hòa hai cụm ký hiệu FTE độ sạch cao trong phòng và cụm ngoài nhà chịu mưa axit và muối, một chiều lạnh

Ký hiệu	Cụm trong nhà	FTE25JV1	FTE35JV1
	Cụm ngoài nhà	RE25JV1	RE35JV1
Năng suất lạnh	kW	2,64	
	Btu/h	9000	
Nguồn điện		1 pha, 220-240V, 50Hz	
Kích thước phủ bì (HxDxW)	mm	273 x 784 x 185	
Khối lượng	kg	8,0	
Kích thước phủ bì	mm	560 x 695 x 265	
Khối lượng	kg	27	33
Phạm vi làm việc	°CDB	21 đến 46	

*Ghi chú:* Năng suất lạnh dựa trên nhiệt độ  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tu} = 19^\circ\text{C}$  và  $t_N = 35^\circ\text{C}$ .

Loại máy ký hiệu FTK(X)D và FLK(X)D (bảng 4-4) có khả năng tiết kiệm điện năng cao hơn nhưng đảm bảo tiện nghi hơn riêng đối với phòng ngủ và căn hộ. Với công nghệ thân thiện với môi trường là sử dụng một máy nén kiểu lắc và động cơ điện một chiều, khả năng tiết kiệm năng lượng của máy điều hòa biến tần này đã tăng lên một cách đáng kể. Ngoài ra dàn lạnh trong nhà treo tường với ba chiều thổi gió đảm bảo sự đồng đều nhiệt độ rất cao ngay cả với phòng rộng. Nếu bạn ra khỏi phòng hoặc nằm ngủ (không di động), con mắt thông minh sẽ tự động đưa máy về chế độ làm việc đã đặt sẵn để tiết kiệm năng lượng.

Với loại này, khách hàng có khả năng chọn 3 kiểu dàn lạnh khác nhau:

- Loại treo tường thông dụng FTKD và FTXD (wall mounted type);
- Loại treo trần FLK (ceiling suspended dual type);
- Loại treo sàn FLX (floor suspended type) vẫn gắn vào tường nhưng dàn

lạnh chỉ cách mặt sàn khoảng 20cm, hoạt động hiệu quả hơn về mùa đông vì hơi nóng thổi ra ở phía dưới.

Loạt máy ký hiệu FTE (bảng 4-5) có cách phân phối gió kép hiệu quả và cánh hướng gió tự động, cửa thổi rộng làm cho sự phân phối gió đều hơn. Khả năng lọc bụi của phin lọc cao hơn, có thể lọc được bụi kích thước 0,01 micron đảm bảo không khí trong lành trong phòng. Lưới gió được xử lý để chống nhiễm tĩnh điện, có thể tháo ra và vệ sinh lau rửa. Việc xử lý chống ăn mòn đặc biệt của cụm ngoài nhà đảm bảo tuổi thọ lâu bền gấp 5 đến 6 lần chống mưa axit và nước muối so với loại thông thường.

Loạt máy ký hiệu FT(Y) giới thiệu trong bảng 4-6 cũng là các loại máy điều chỉnh năng suất lạnh bằng biến tần nhưng với một cụm ngoài nhà, khách hàng có khả năng lựa chọn 1 trong 4 loại dàn lạnh trong nhà khác nhau từ 2,5 đến 6,0 kW. Các điểm ưu việt của các máy này giống như các máy trên, tuy nhiên với khả năng chọn dàn lạnh, người ta có thể chọn được dàn lạnh phù hợp nhất với trang trí nội thất trong nhà.

Bảng 4-6

*Loạt máy điều hòa 2 cụm ký hiệu FT(Y) biến tần, tự chọn 4 loại dàn lạnh treo tường, tiện nghi và không ồn, 1 và 2 chiều*

		1 chiều lạnh			
Kí hiệu	Cụm trong nhà	FT25JV1	FT35JV1	FT50GAVE	FT60GAVE
	Cụm ngoài nhà	R25JV1	R35JV1	R50GV1	R60GV1
Năng suất lạnh (đánh định)	kW	2,62	3,5	5,3	6,4
	Btu/h	8900	12000	18100	21800
Nguồn điện		1 pha, 220 – 240V, 50Hz			
Kích thước (H x D x W)	mm	273 x 784 x 185		298 x 1050 x 190	
Khối lượng	kg	8		12	
Kích thước (H x D x W)	mm	273 x 695 x 265		540 x 750 x 270	685 x 800 x 300
Khối lượng	kg	27	33	42	61
Phạm vi làm việc	°C khô	19,4 đến 46			
2 chiều nóng lạnh					
Kí hiệu	Cụm trong nhà	FT25FV1A	FT35FV1A	FTY50GAV1A	FTY60GAV1A

	Cụm ngoài nhà	RY25FV1A	RY35FV1A	RY50GAV1A	RY60GAV1A
Năng suất lạnh (danh định)	kW	2,50	3,75	5,20	6,15
	Btu/h	8500	12800	17750	21000
Nguồn điện		1 pha, 220 – 240V, 50Hz			
Kích thước (H x D x W)	mm	275 x 750 x 179	298 x 790 x 189	298 x 1050 x 190	
Khối lượng	kg	7	9	12	
Kích thước (H x D x W)	mm	540 x 750 x 270	685 x 800 x 300	685 x 880 x 350	
Khối lượng	kg	38	41	51	75
Phạm vi làm việc	Làm lạnh	°C khô	19,4 đến 46		
	Sưởi ấm	°C ướt	-10 đến 15		

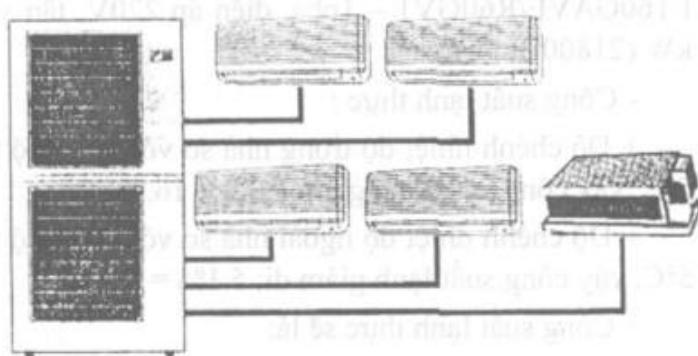
*Ghi chú:* Năng suất lạnh dựa trên nhiệt độ  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tu} = 19^\circ\text{C}$  và  $t_N = 35^\circ\text{C}$ .

#### a) Máy điều hòa nhiều cụm

Hình 4-6 giới thiệu máy điều hòa tách nhiều cụm: 1 cụm ngoài nhà với 2 đến 7 cụm trong nhà (split air conditioner multi system) dùng cho một hộ gia đình có nhiều phòng.

Khi chọn năng suất lạnh thích hợp có thể sử dụng lạnh đồng thời cho tất cả các phòng (trường hợp văn phòng) hoặc sử dụng lạnh không đồng thời cho gia đình, ví dụ ban ngày chạy cho phòng khách, phòng làm việc, ban đêm chạy cho phòng ngủ.

Các loại dàn lạnh cho máy điều hòa nhiều cụm rất đa dạng, từ loại treo tường truyền thống đến loại treo trần, treo trên sàn, giấu trần có hoặc không có ống gió, năng suất lạnh của các dàn lạnh như thông thường từ 2,5 đến 6,0 thậm chí 7,0 kW.



Hình 4-6. Máy điều hòa tách nhiều cụm

Máy điều hòa nhiều cụm cũng có 2 loại 1 chiều lạnh, 2 chiều nóng lạnh, điều chỉnh năng suất lạnh bằng máy biến tần. Với nút ấn “ Powerful” (mạnh) máy có thể vượt năng suất lạnh danh định đến 10% trong vòng 20 phút để làm lạnh nhanh phòng, sau đó lại trở về chế độ bình thường.

## 2. Tính chọn máy điều hòa cục bộ

Khi chọn máy cho các phòng hầu như người ta không tính toán chi tiết mà tùy theo mức độ quan trọng của phòng để chọn năng suất lạnh từ 400 đến 700 Btu/h cho 1 m<sup>2</sup> phòng.

Cách chọn như vậy là rất tùy tiện theo kinh nghiệm nên không chính xác. Năng suất lạnh chọn đôi khi quá dư thừa đẩy chi phí đầu tư lên cao, nhưng lại có trường hợp thiếu hụt không đảm bảo yêu cầu về khí hậu trong phòng.

Khi chọn máy điều hòa cục bộ cũng cần tính toán lại năng suất lạnh ở chế độ vận hành thực tế theo:

- Nhiệt độ thực tế;
- Chiều dài đường ống gas và chênh lệch độ cao lắp đặt (đối với loại hai hay nhiều cụm).

### Ví dụ 4-1

Năng suất lạnh của một phòng tính theo phương pháp Carrier là  $Q_0 = 5 \text{ kW}$ . Nhiệt độ trong nhà  $t_T = 22^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 50\%$ ,  $t_N = 40^\circ\text{C}$ . Hãy chọn máy điều hòa không khí kiểu hai cụm thích hợp.

Giải

- Công suất lạnh yêu cầu là 5 kW, không gian DHKK là một phòng, vì vậy chọn máy DHKK kiểu 2 cụm là hợp lý. Theo bảng 4-2 ta chọn máy 2 cụm FT60GAVE/R60GV1 – 1pha, điện áp 220V, tần số 50Hz, năng suất lạnh 6,4 kW (21800Btu/h).

- Công suất lạnh thực :
  - + Độ chênh nhiệt độ trong nhà so với nhiệt độ tiêu chuẩn:  $\Delta t_T = 27 - 22 = 5^\circ\text{C}$ , vậy công suất lạnh giảm  $5,3,3 = 16,5\%$
  - + Độ chênh nhiệt độ ngoài nhà so với nhiệt độ tiêu chuẩn:  $\Delta t_N = 40 - 35 = 5^\circ\text{C}$ , vậy công suất lạnh giảm đi:  $5,1\% = 5\%$ .

+ Công suất lạnh thực sẽ là:

$$Q_{0\text{thực}} = [100\% - (16,5\% + 5\%)].6,4 \text{ kW} = 5,02 \text{ kW}$$

thỏa mãn điều kiện đầu bài:  $Q_{0\text{thực}} > 5 \text{ kW}$ .

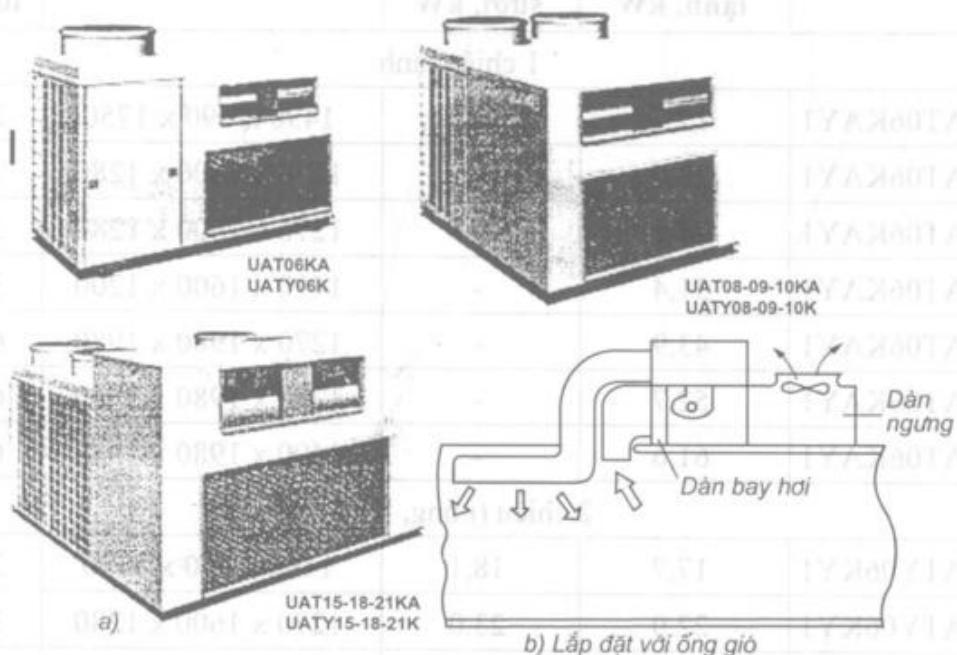
### III. TÍNH CHỌN MÁY ĐHKK KIỂU TỔ HỢP

#### 1. Đặc điểm cấu tạo

Máy ĐHKK kiểu tổ hợp thường có công suất lạnh trung bình và lớn, chủ yếu dùng trong thương nghiệp và công nghiệp. Máy thường được chế tạo nguyên cụm, bao gồm tất cả các thiết bị được lắp chung thành 1 khối (giống như máy ĐHKK kiểu cửa sổ). Việc phân phối gió lạnh cũng như việc lấy gió hồi nhờ hệ thống ống gió. Dàn ngưng có thể được làm mát bằng gió hoặc bằng nước. Sau đây xin giới thiệu các dạng máy ĐHKK kiểu tổ hợp.

##### 1.1. Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng không khí

Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng không khí (gọi là máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt gió) ... là máy điều hòa nguyên cụm có năng suất lạnh trung bình và lớn, chủ yếu dùng trong thương nghiệp và công nghiệp. Cụm dàn nóng và dàn lạnh được gắn liền với nhau thành một khối duy nhất. Hình 4-7 giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng không khí và cách lắp máy trên mái nhà.



Hình 4-7: Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng không khí  
a. Hình dáng bên ngoài; b. Cách lắp đặt trên mái với ống gió phân phối và gió hồi

Quạt dàn lạnh là quạt ly tâm cột áp cao. Máy được bố trí ống phân phổi gió lạnh và ống gió hồi. Ngoài khả năng lắp đặt máy trên mái bằng của phòng điều hòa còn có khả năng lắp máy ở ban công hoặc mái hiên hoặc giá chia sau đó bố trí đường ống gió cấp và gió hồi hợp lý và đúng kỹ thuật, kỹ thuật là được.

Bảng 4-7 giới thiệu một số thông số kỹ thuật của máy điều hòa không khí kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng không khí do Daikin chế tạo. Máy làm việc với điện áp 220V hoặc 380V, 50Hz. Phương pháp tính toán năng suất lạnh và năng suất nhiệt giống như máy điều hòa tách thông dụng. Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà 25°C,  $t_u = 19.5^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngoài trời 35°C và năng suất nhiệt tính theo nhiệt độ trong phòng 20°C, nhiệt độ ngoài trời 7°C. Năng suất lạnh từ 14 đến 97 kW, năng suất nhiệt từ 15 đến 58 kW.

Bảng 4-7

Thông số kỹ thuật một số máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt gió của DAIKIN, 1 / 2 chiều, nguồn điện Y1: 3 pha, 380 – 415V, 50Hz

Kiểu	Năng suất lạnh, kW	Năng suất sưởi, kW	Kích thước H x W x D	Khối lượng
1 chiều lạnh				
UAT06KAY1	17,7	-	1490 x 690 x 1750	218
UAT06KAY1	22,0	-	1270 x 1600 x 1280	313
UAT06KAY1	26,4	-	1270 x 1600 x 1280	316
UAT06KAY1	31,4	-	1490 x 1600 x 1200	330
UAT06KAY1	43,9	-	1270 x 1980 x 1980	626
UAT06KAY1	52,7	-	1270 x 1980 x 1980	632
UAT06KAY1	61,6	-	1490 x 1980 x 1980	660
2 chiều (nóng, lạnh)				
UATY06KY1	17,7	18,1	1490 x 690 x 1750	230
UATY06KY1	22,0	23,0	1270 x 1600 x 1280	329
UATY06KY1	26,4	26,9	1270 x 1600 x 1280	329
UATY06KY1	31,4	32,1	1490 x 1600 x 1200	344

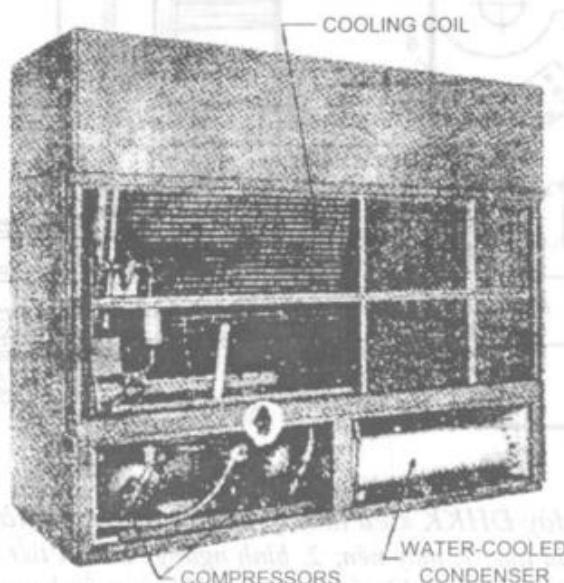
UATY06KY1	43,9	46,1	1270 x 1980 x 1980	650
UATY06KY1	52,7	54,2	1270 x 1980 x 1980	656
UATY06KY1	61,6	62,8	1490 x 1980 x 1980	686

Năng suất lạnh từ 17,7kW đến 61,6 kW. Năng suất nhiệt từ 18,1 kW đến 62,8 kW.

Các loại máy điều hòa lắp mái đời mới (sản xuất năm 2001) này có nhiều ưu điểm hơn, ví dụ máy nén xoắn ốc nhẹ hơn 10% và gọn hơn 30% so với máy pittông truyền thống làm cho kích thước máy gọn nhẹ hơn nhiều. Ưu điểm khác là máy nén xoắn ốc đỡ rung và đỡ ồn hơn nhiều so với máy nén pittông truyền thống.

### 1.2. Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng làm mát bằng nước (máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước)

Do bình ngưng giải nhiệt nước rất gọn nhẹ, không chiếm diện tích và thể tích lắp đặt lớn như dàn ngưng giải nhiệt gió nên thường được bố trí cùng với máy nén và dàn bay hơi thành một tổ hợp hoàn chỉnh. Hình 4-8 mô tả cấu tạo của một máy điều hòa nguyên cụm giải nhiệt nước của hãng Carrierr (Mỹ).



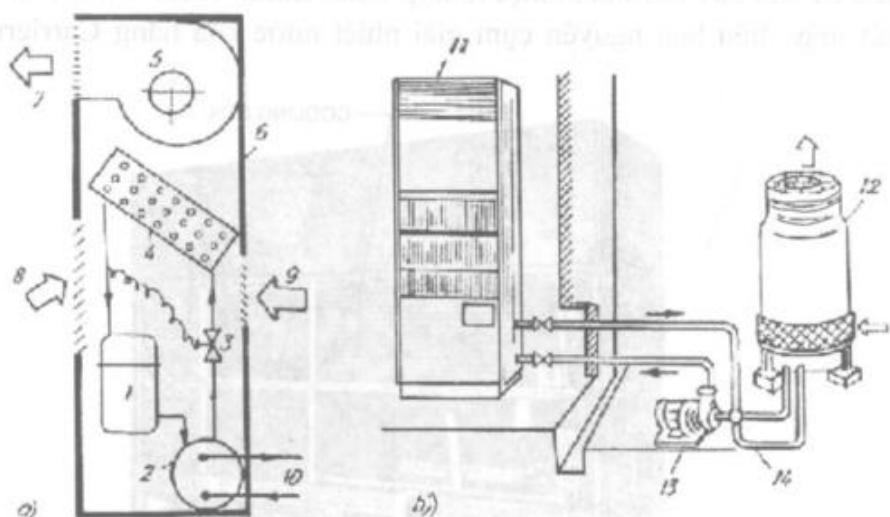
Hình 4-8. Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng được làm mát bằng nước của hãng CARRIER

Toàn bộ máy và thiết bị lạnh như máy nén, bình ngưng, dàn bay hơi và các thiết bị khác được bố trí gọn và trong một vỏ dạng tủ. Phía trên dàn bay hơi là quạt ly tâm. Do bình ngưng làm mát bằng nước nên máy thường đi kèm với tháp giải nhiệt và bơm nước. Tủ có cửa gió cấp để lắp đường ống gió phân phối và có cửa gió hồi cũng như cửa lấy gió tươi và các phin lọc trên các đường ống gió. Máy có năng suất lạnh tối 370 kW và chủ yếu dùng cho điều hòa công nghệ và thương nghiệp. Hình 4-9 giới thiệu nguyên tắc làm việc của một máy điều hòa nguyên cụm giải nhiệt nước với tháp giải nhiệt và bơm nước tuần hoàn.

Bảng 4-8 giới thiệu năng suất lạnh của một số máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước của DAIKIN.

Máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước có ưu điểm cơ bản là:

- Được sản xuất hàng loạt và lắp ráp hoàn chỉnh tại nhà máy nên có độ tin cậy, tuổi thọ và mức độ tự động hóa cao, giá thành rẻ, máy gọn nhẹ, chỉ cần nối với hệ thống nước làm mát và hệ thống ống gió, nếu cần là sẵn sàng hoạt động.
- Vận hành kinh tế trong điều kiện tải thay đổi,



Hình 4-9: Máy ĐHKK kiểu tổ hợp dàn ngưng được làm mát bằng nước

a) Nguyên tắc cấu tạo: 1. máy nén; 2. bình ngưng; 3. van tiết lưu; 4. dàn bay hơi; 5. quạt gió; 6. vỏ tủ; 7. không khí cấp; 8. không khí tái tuần hoàn; 9. không khí tươi; 10. nước giải nhiệt vào và ra. Cách lắp đặt cùng tháp giải nhiệt: 11. cửa thổi tự do ngang hoặc cửa lắp ống gió phía trên; 12. tháp giải nhiệt; 13. bơm nước; 14. ống nước.

- Lắp đặt nhanh chóng, không cần thợ chuyên ngành lạnh, vận hành, bảo dưỡng, vận chuyển dễ dàng.

- Có cửa lối gió tươi.

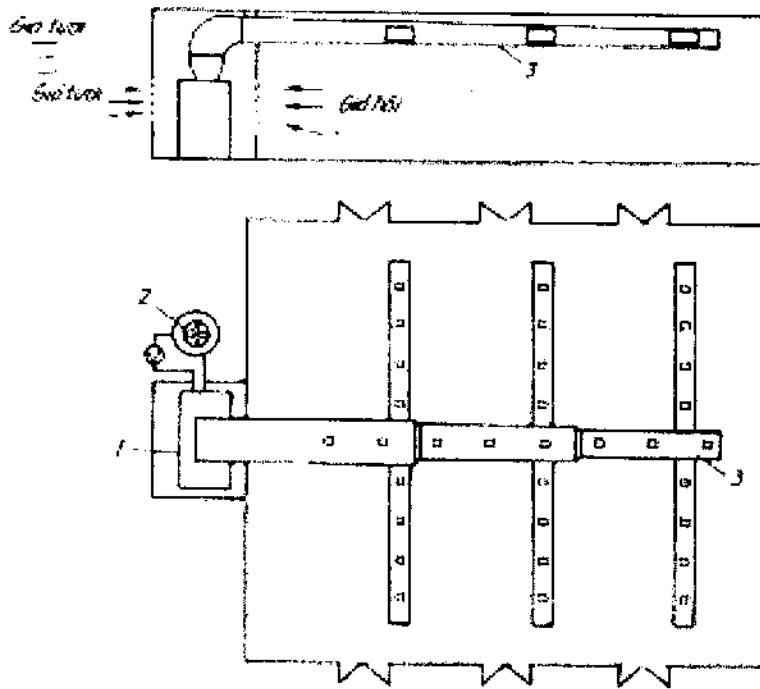
- Bố trí dễ dàng cho các phân xưởng sản xuất (sợi, dệt, ...) và các nhà hàng, siêu thị chấp nhận được độ ồn cao. Nếu dùng cho điều hòa tiện nghi phải có buồng máy cách âm và bố trí tiêu âm cho cả ống gió cấp và gió hồi.

Hình 4-10 giới thiệu ứng dụng của máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước cho một phân xưởng sản xuất (sợi, dệt) có ống gió.

Bảng 4-8

*Năng suất lạnh của một số máy ĐHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước của DAIKIN tính theo nhiệt độ trong nhà  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{lu} = 19^\circ\text{C}$  và nhiệt độ nước làm mát vào  $19,5^\circ\text{C}$  và ra khỏi bình ngưng là  $35^\circ\text{C}$ , tần số điện áp 50Hz*

Kiểu máy	Năng suất lạnh	
	kW	Btu/h
UCPJ100N	9,2	31400
UCPJ170N	17,1	58400
UCPJ250N	24,1	82300
UCPJ335N	33,8	115400
UCJ500N	49,2	167900
UCJ670N	65,3	223000
UCJ850N	82,9	283000
UCJ1000N	99,0	228000
UCJ1320N	130,7	446000
UCJ100N	147,3	503000
UCJ2000N	189,6	647000
UCJ2500N	234,5	800000
UCJ3150N	291,6	995000
UCJ4000N	369,0	1260000



Hình 4-10: Nguyên tắc làm việc của máy DHKK kiểu tổ hợp giải nhiệt nước với tháp giải nhiệt, ứng dụng cho một phân xưởng sản xuất:

- 1: máy điều hòa nguyên cụm, giải nhiệt nước;
- 2: tháp giải nhiệt;
- 3: hệ thống ống gió phân phối.

### 1.2.1. Tính chọn máy điều hòa kiểu tổ hợp giải nhiệt gió

Như đã trình bày, máy điều hòa gọn dạng tổ hợp có hai loại: loại dàn ngưng giải nhiệt gió và loại dàn ngưng giải nhiệt nước. Loại dàn ngưng giải nhiệt nước ta xét ở mục sau.

Các loại máy điều hòa tổ hợp giải nhiệt gió (air cooled packaged air conditioner) cũng thường có 2 loại catalog thương mại cho biết thông số kỹ thuật chung, trong đó có năng suất lạnh danh định ở nhiệt độ trong nhà (nhiệt độ khô  $t_L = 27^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ướt  $t_{Lu} = 19^\circ\text{C}$  hoặc  $19,5^\circ\text{C}$ ) và nhiệt độ ngoài trời  $35^\circ\text{C}$ . Các catalog kỹ thuật (engineering data) cho thêm năng suất lạnh chi tiết hơn ở các nhiệt độ trong nhà và ngoài trời khác nhau.

Bảng 4-9 giới thiệu catalog thương mại của dãy máy FD-K của DAIKIN

và bảng 4-10, 4-11 giới thiệu catalog kỹ thuật giới thiệu năng suất lạnh chi tiết phụ thuộc nhiệt độ trong và ngoài nhà của 2 loại máy FD15KY1 và FD20KY1 của DAIKIN.

Các loại máy nhỏ thường không có catalog kỹ thuật nên cũng cần xác định gần đúng năng suất lạnh chạy ở chế độ tính toán.

### Ví dụ 4-2

Hãy tính chọn máy điều hòa gọn giải nhiệt gió,  $Q_0 = 153 \text{ kW}$ ,  $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_T = 65\%$ ,  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_T = 66\%$ .

Tính kiểm tra năng suất lạnh và lưu lượng gió yêu cầu là 10 kg/s.

Giải

Giả thiết:

- Chỉ điều hòa mùa hè (cooling only).
- Điều hòa cho một phân xưởng may mặc, nên có thể chọn các tổ máy kiểu lắp mái hoặc kiểu hai cụm, có ống gió phân phối và gió hồi.

Lưu lượng gió:

$$G = 10 \text{ kg/s}$$

$$L = \frac{G}{\rho} = \frac{10}{1,2} = 8,33 \text{ m}^3/\text{s} = 500 \text{ m}^3/\text{ph}$$

#### 1. Phương án chọn máy 2 cụm, có ống gió

Theo bảng 4-9 với năng suất lạnh yêu cầu  $Q_0 = 153 \text{ kW}$  ta có thể chọn 3 tổ máy ký hiệu FD20KY1 + (RU10KY1) x 2 với năng suất lạnh hiện định danh định 59,3 kW, công suất danh định động cơ máy nén và dàn ngưng 19,8 kW.

a) Hiệu chỉnh năng suất lạnh theo nhiệt độ phòng và nhiệt độ ngoài trời.

Điều kiện tiêu chuẩn ( $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_N = 35^\circ\text{C}$ )

Điều kiện vận hành ( $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ).

Theo bảng 4-10 (catalog kỹ thuật) sau khi nội suy ta có năng suất lạnh tổng (với lưu lượng gió 166 m<sup>3</sup>/ph) là: 56,9 kW.

b) Hiệu chỉnh theo chiều dài ống gas: ở đây hệ số hiệu chỉnh bằng 1 vì chiều dài ống gas và chênh lệch độ cao trong giới hạn không cần hiệu chỉnh, vậy  $Q_0 = 56,9 \text{ kW}$ .

Bảng 4-9

Đặc tính chung của máy điều hòa không khí kiểu tách (l cụm nóng, l cụm lạnh), giải nhiệt gió, quạt cao áp, có ống gió, dây máy ký hiệu FD-K của hãng DAIKIN, tần số điện áp 50Hz (theo catalog thương mại)

Kiểu	dàn lạnh	FD08KY1	FD10KY1	FD15KY1	FD20KY1
	dàn nóng	RU08KY1	RU10KY1	RU08KY1 x 2	RU10KY 1 x 2
* 1 Năng suất lạnh	kW	24,3	29,7	48,6	59,3
	Btu/h	83.000	101.200	166.000	202.400
	kcal/h	20.900	25.500	41.800	51.000
Điều chỉnh $Q_0$	%	100-0	100-0	100-50-0	100-50-0
Ống nối	dàn lạnh	lồng mm hở mm xả mm	φ 12,7 (đồng) φ 25,4 (đồng) φ 31,8 (đồng)	φ 15,9 (đồng) φ 25,4 (đồng) φ 31,8 (đồng)	2 x φ 12,7 (đồng) 2 x φ 31,8 (đồng)
	dàn nóng	lồng mm hở mm xả mm	φ 12,7 (đồng) φ 25,4 (đồng) φ 31,8 (đồng)	φ 15,9 (đồng) φ 25,4 (đồng) φ 31,8 (đồng)	2 x φ 12,7 (đồng) 2 x φ 31,8 (đồng)
Cụm dàn lạnh	Kiểu	FD08KY1	FD10KY1	FD15KY1	FD20KY1
Dàn	Hàng x lớp x bước cánh	3 x 22 x 2,0	3 x 22 x 2,0	3 x 26 x 2,0	3 x 26 x 2,0
	Diện tích bề mặt	m <sup>2</sup>	0,443	0,540	0,784
Quạt	Kiểu		đại truyển		
	Truyền động				
	Lưu lượng khí	m <sup>2</sup> /ph cm	68	83	136
	Cót áp	mmH <sub>2</sub> O	2.400	2.930	4.800
	Công suất motor	kW	1,0	1,0	1,5
	Kích thước H x W x D	mm	500 x 1130 x 850	500 x 1130 x 850	625 x 1620 x 850
	Khối lượng	kg	93	104	161

Cụm dàn nóng		RU08KY1		RU10KY1		RU08KY1 x 2		RU10KY1 x 2	
Máu		Tiếng ngà		RU10KY1		RU08KY1		RU10KY1 x 2	
Máy nén	Kiểu	kW	Kiểu xoắn ống kín	JT265DYE-P1	JT335DYE-P1	2 x (JT265DYE-P1)	2 x (JT335DYE-P1)	2 x (JT335DYE-P1)	
Công suất động cơ	Kiểu	kg	kg	7.5	9.0	2 x 7.5	2 x 7.5	2 x 9.0	
Môi chất lạnh	Lượng nạp	kg	kg	5.0	6.1	2 x 5.0	2 x 5.0	2 x 6.1	
Dầu lạnh	Lượng nạp	kg	kg	4.0	4.0	2 x 4.0	2 x 4.0	2 x 4.0	
Dàn	Kiểu			Dàn ống cánh ngang (Waffle louver fin and Hi-Xa tubes)					
	Hàng x lốp x bước cánh	m	m	2 x 40 x 2,0	2 x 50 x 2,0	2 x 40 x 2,0	2 x 50 x 2,0	2 x 50 x 2,0	
	Diện tích bề mặt	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1.57	1.97	1.57	1.57	1.97	
Tiết lưu				Ống mao					
Ống dẫn môi chất	Chiều dài tiêu chuẩn	m	m	5	5	5	5	5	
	Chiều dài tối đa	m	m	50 (chiều dài tương đương 70m)	50 (chiều dài tương đương 70m)	50 (chiều dài tương đương 70m)	50 (chiều dài tương đương 70m)	50 (chiều dài tương đương 70m)	
	Chiều cao tối đa giữa hai cụm dàn	m	m	30	30	30	30	30	
Quạt	Kiểu			Chắn vít					
	Lưu lượng gió	m <sup>3</sup> /ph	cfm	P52H11S	P52H11S	2 x P52H11S	2 x P52H11S	2 x P52H11S	
	Công suất động cơ	W	W	150	175	2 x 150	2 x 150	2 x 175	
				5.295	6.177	2 x 5.295	2 x 5.295	2 x 6.177	
				230 + 190	230 + 190	2 x (230 + 190)	2 x (230 + 190)	2 x (230 + 190)	
Thiết bị an toàn				Riol nhiệt cho máy nén và motor quạt, riol áp suất cao Riol bảo vệ quá tải kiểu dòng (máy nén và động cơ quạt dàn lạnh) Cầu chì và bộ bảo vệ thứ tự pha					
Kích thước	H x W x D	mm	kg	1.220 x 1280 x 690	1.220 x 1280 x 690	2 x (1.220 x 1280 x 690)	2 x (1.220 x 1280 x 690)	2 x (1.220 x 1280 x 690)	
Khối lượng		kg	kg	177	190	2 x 177	2 x 177	2 x 190	

Ghi chú:

\* 1. Năng suất lạnh tính dựa trên các điều kiện sau đây: nhiệt độ gió hối  $t_r = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{lu} = 19,5^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ngoài nhà  $t_n = 35^\circ\text{C}$ , chiều dài ống gas tương đương 5m (hỗn ngang)

\* 2 Các năng suất nhiệt và lạnh chưa được trừ công suất quạt dàn lạnh

Công thức chuyển đổi đơn vị

$$\text{Kcal/h} = \text{kW} \times 860$$

$$\text{Btu/h} = \text{kW} \times 3414$$

$$\text{cm}^3/\text{ph} \times 35,3$$

Bảng 4-10

Năng suất lạnh của tần số máy 1 điều hòa nhiệt độ kiểu FD 15 KYI + (RU 08 KYI) x 2 phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà, tần số điện 50Hz (theo catalog kỹ thuật)

AFR (BF)	Trong nhà						Nhiệt độ ngoài nhà, °C						52					
	EWB (°C)	EDB (°C)	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	
14.0	20	42.2	35.5	11.0	43.3	33.0	11.8	41.9	32.3	12.8	40.5	31.4	14.2	38.8	30.5	15.6	37.2	29.5
16.0	22	47.0	35.5	11.2	45.8	33.0	12.0	44.4	32.3	13.0	43.0	31.44	14.4	41.4	30.7	15.8	39.5	29.5
172 (0.20)	25	49.8	35.3	11.4	48.8	34.9	12.2	47.2	34.0	13.4	45.6	33.3	14.6	44.0	32.3	16.0	42.1	31.6
19.0	27	51.4	36.3	11.6	50.2	35.6	12.4	48.6	34.9	13.4	47.2	34.0	14.8	45.3	33.3	16.2	43.5	32.3
19.5	27	52.1	36.3	11.6	50.9	35.6	12.4	49.3	34.9	13.6	47.7	34.0	14.	46.0	33.3	16.2	44.2	32.3
22.0	30	56.0	37.0	11.8	54.9	36.3	12.6	53.3	35.3	13.8	51.4	34.7	15.2	49.5	33.7	16.6	47.7	33.0
24.0	32	59.5	37.0	12.2	58.1	36.3	13.0	56.3	35.3	14.2	54.4	34.7	15.4	52.9	33.7	17.0	50.5	33.0
14.0	20	45.1	34.9	11.0	44.2	34.2	11.8	42.3	33.5	13.0	41.2	32.6	14.2	39.5	30.7	15.6	37.9	30.7
16.0	22	47.9	34.9	11.2	46.7	34.2	12.0	45.3	33.5	13.2	43.7	32.6	14.4	42.1	30.9	15.8	40.2	30.9
18.0 (0.21)	25	50.9	36.7	11.4	49.8	36.0	12.2	48.1	35.3	13.4	46.5	34.4	14.8	44.7	32.8	16.2	43.0	32.8
19.0	27	52.6	37.7	11.6	51.2	37.0	12.4	49.5	36.3	13.6	47.9	35.3	14.8	46.0	33.7	16.2	44.2	33.7
19.5	27	53.3	37.7	11.6	51.9	37.0	12.4	50.2	36.3	13.6	48.6	35.3	15.0	46.7	33.7	16.4	44.9	33.7
22.0	30	57.2	38.4	12.0	55.8	37.7	12.8	54.2	37.0	14.0	52.3	36.0	15.2	50.5	34.4	16.6	46.4	34.4
24.0	32	60.5	38.4	12.2	59.1	37.7	13.0	57.2	37.0	14.2	55.3	36.0	15.6	53.3	34.4	17.0	51.2	34.4
14.0	20	46.5	37.0	11.2	45.3	36.3	12.0	44.0	35.6	13.0	42.3	34.7	14.4	40.7	33.7	15.8	38.8	32.8
16.0	22	49.3	37.0	11.4	48.1	36.3	12.2	46.5	35.6	13.2	44.9	34.7	14.6	43.3	33.7	16.0	41.4	32.8
18.0 (0.24)	25	52.3	39.1	11.6	51.2	38.6	12.4	49.5	37.7	13.6	47.7	36.7	14.8	46.0	35.8	16.2	44.0	35.1
19.0	27	54.0	40.2	11.6	52.8	39.5	12.6	50.9	38.6	13.6	49.3	37.7	15.0	47.4	37.0	16.4	45.3	36.0
19.5	27	54.7	40.2	11.8	53.5	39.5	12.6	51.6	38.6	13.8	49.8	37.7	15.0	47.9	37.0	16.4	46.0	36.0
22.0	30	58.8	40.9	12.0	57.4	40.6	13.0	55.6	39.5	14.0	53.5	38.6	15.4	51.6	37.7	16.8	48.5	37.0
24.0	32	62.3	40.9	12.4	60.7	40.5	13.2	58.8	39.5	14.4	56.7	38.6	15.6	54.7	37.7	17.2	52.6	37.0

Ghi chú xem bảng 4-11

Bảng 4.11

Năng suất lạnh của tủ máy điều hòa nhiệt độ kiểu tách  $FDKYI + (RU 10KYI)$  x 2 phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà, tần số điện 50 Hz

AFR (BF)	Trong nhà										Nhiệt độ ngoài nhà, °C										P1	P2		
	EWB	EDB	21	25	30	35	40	45	50	52	EWB	EDB	21	25	30	35	40	45	50	52				
(°C)	(°C)	TC	SHC	P1	TC	SHC	P1	TC	SHC	P1	(°C)	(°C)	TC	SHC	P1	TC	SHC	P1	TC	SHC	P1			
14.0	20	54.0	40.9	14.4	52.8	40.2	15.6	51.2	39.3	17.0	49.3	38.4	18.6	47.4	37.2	20.6	45.3	36.0	22.6	43.3	34.9	24.8	42.3	
16.0	22	57.9	40.9	14.8	56.0	40.2	15.8	54.2	39.3	17.4	52.3	38.4	19.0	50.5	37.4	20.6	48.4	36.3	22.8	46.0	34.9	25.0	45.1	
150 (0.29)	18.0	25	60.9	43.3	15.0	59.5	42.6	16.2	57.7	41.4	17.6	55.6	40.5	19.4	53.7	39.5	21.2	51.4	38.4	23.2	49.1	37.2	25.4	48.1
19.0	27	62.8	44.2	15.2	61.4	43.5	16.2	59.5	42.6	17.8	57.4	41.6	19.6	55.3	40.5	21.4	53.0	39.5	23.4	50.9	38.4	25.6	49.8	
19.5	27	63.7	44.2	15.2	62.1	43.5	16.4	60.2	42.6	17.8	58.4	41.6	19.6	56.0	40.5	21.4	54.0	39.5	23.6	51.6	38.4	25.8	50.5	
22.0	30	68.6	45.4	15.6	67.0	44.2	16.8	64.9	43.3	18.4	62.3	42.3	20.0	60.5	41.2	22.0	58.1	40.2	24.0	55.6	39.3	26.2	54.7	
24.0	32	72.6	45.1	16.0	70.9	44.2	17.2	68.8	43.3	18.6	66.5	42.3	20.4	64.0	41.2	22.4	61.4	40.2	24.4	50.0	0.0	0.0	0.0	
14.0	20	51.5	42.6	14.6	53.7	41.9	15.6	52.1	40.7	17.2	50.2	39.8	18.8	48.4	38.6	20.6	45.3	37.4	22.6	44.0	36.3	24.8	43.0	
16.0	22	58.4	42.6	14.8	57.0	41.9	16.0	55.3	40.9	17.4	53.5	39.8	19.0	51.4	38.8	21.0	49.1	37.7	23.0	46.7	36.3	25.2	45.8	
166 (0.21)	18.0	25	52.1	44.9	16.4	60.7	44.0	16.2	58.6	43.0	17.8	56.7	42.1	19.4	54.7	41.2	21.4	52.3	40.0	23.4	54.0	38.8	25.6	49.1
19.0	27	64.0	45.8	15.4	62.5	42.1	16.4	60.5	44.2	17.0	58.4	43.3	19.6	56.3	42.1	21.6	54.0	41.2	23.6	51.6	40.0	25.8	50.7	
19.5	27	64.9	45.8	15.4	63.3	45.1	16.4	61.4	44.2	18.0	59.3	43.3	19.8	57.0	42.1	21.6	54.9	41.2	23.6	52.3	40.0	25.8	51.4	
22.0	30	69.8	46.7	15.8	68.1	46.0	17.0	66.0	45.1	18.4	63.7	44.0	20.2	61.4	43.0	22.0	59.1	42.1	24.2	56.5	40.9	26.4	55.3	
24.0	32	73.7	46.7	16.2	69.8	45.1	18.8	65.1	44.0	20.6	65.1	43.0	22.4	62.6	42.1	22.4	62.6	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14.0	20	56.7	45.1	14.8	55.3	44.4	15.8	53.7	43.3	17.2	51.6	42.3	19.0	49.8	41.2	20.8	47.4	40.2	22.8	45.1	38.6	25.0	44.2	
16.0	22	60.2	45.3	15.0	58.8	44.4	16.0	57.4	43.3	17.6	54.9	42.3	19.2	52.3	41.2	21.4	50.5	42.3	23.2	48.1	38.8	25.4	47.0	
200 (0.24)	18.0	25	64.0	47.7	15.4	62.3	47.0	16.4	60.5	46.0	18.0	58.4	44.9	19.6	56.0	43.7	21.4	53.7	42.8	23.6	51.4	41.6	25.8	49.9
19.0	27	65.8	49.1	15.4	64.4	48.4	16.6	62.1	47.2	18.0	60.0	46.0	19.8	57.9	45.1	21.6	55.3	44.0	23.8	53.0	42.8	26.0	51.9	42.3
19.5	27	66.7	49.1	15.6	65.1	48.4	16.6	63.0	47.2	18.0	60.9	46.0	19.8	58.6	45.1	21.8	56.3	44.0	23.8	53.7	42.8	26.6	52.6	42.3
22.0	30	71.9	50.0	16.0	70.0	49.3	17.0	67.1	47.0	19.0	65.3	47.2	20.4	63.0	46.0	22.2	60.5	45.1	24.4	57.9	44.0	26.8	56.7	43.5
24.0	32	75.8	50.0	16.4	74.0	49.3	17.4	71.9	48.4	19.0	69.3	47.2	20.8	66.7	46.0	22.6	64.0	45.1	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Symbols:

AFR: Air flow rate (m<sup>3</sup>/min) (tùu luong gió)

BF: Bypass factor (thé số đi vòng)

EWB: Entering wet bulb temp. (CWB) nhiệt độ bầu ướt vào

EDS: Entering dry bulb temp. (CDB) nhiệt độ bầu khô vào

TC: Total cooling capacity (kW) năng suất lạnh tổng

SHC: Sensible heat capacity (kW) năng suất lạnh hiệu

P1: Power input (kW) công suất hữu ích

(Camp + outdoor fan motor)

(máy nén + quạt dàn ngưng)

Note:

1. Ratings shown are gross capacities which do not include a deduction for indoor fan motor heat

Các giá trị năng suất lạnh là năng suất lạnh bao gồm quạt trong nhà và nhiệt (tia của motor quạt)

2. Shows normal capacities. Năng suất lạnh danh định (hệ tiêu chuẩn)

3. SHC is based on each EWB and EDB Năng suất lạnh nhiệt hiện là đưa trên nhiệt độ bầu ướt và khô luồng ứng

SHC' = SHC correction for other dry bulb (DB) - Hiệu chỉnh cho nhiệt độ bầu khô khác

=  $0.02 \times AFR \times (DB - EDB)$ 

Add SHC' to SHC. Cộng thêm SHC' vào SHC

4. Direct interpolation is permissible. Có thể hỏi suy trục tiếp

Do not extrapolate. Không ngoại suy

5. Capacities are based on the following conditions. Các năng suất lạnh là dựa trên các điều kiện

Corresponding refrigerant piping length 5m

Level difference

Chênh lệch độ cao

Chênh lệch độ sâu ống gas

Chênh lệch độ sâu ống

Vậy số lượng máy điều hòa là:

$$z = \frac{Q_0}{Q_{01}} = \frac{153 \text{ kW}}{56,9 \text{ kW}} = 2,7$$

Chọn 3 bộ.

Kiểm tra năng suất gió:  $L = 166 \text{ m}^3/\text{ph} \times 3 = 489 \text{ m}^3/\text{ph} \approx 500 \text{ m}^3/\text{ph}$ , yêu cầu như vậy chấp nhận được.

## 2. Phương án chọn máy điều hòa lắp mái

a) Hiệu chỉnh năng suất lạnh theo nhiệt độ trong nhà và ngoài trời. Vì không có catalog kỹ thuật nên có thể tính gần đúng theo bảng 4-12 vì hai loại đều là giải nhiệt gió dàn bay hơi trực tiếp:

$$\alpha_t = 0,973 = \frac{Q_0}{Q_{0K}}$$

b) Hiệu chỉnh theo chiều dài ống gas và chênh lệch độ cao bằng 1.

Chọn loại UAT18KT1,  $Q_{0K} = 52,7 \text{ kW}$  điện 3 pha 380V, 50Hz.

$$Q_0 = \alpha_t \cdot 52,7 = 0,973 \cdot 52,7 = 51,3 \text{ kW}$$

Số máy yêu cầu :

$$z = \frac{153}{51,3} = 2,98$$

Chọn 3 máy.

### 1.2.2. Chọn các máy điều hòa kiểu tổ hợp giải nhiệt nước

Do bình ngưng giải nhiệt nước rất gọn nhẹ, đường ống cấp nước giải nhiệt dễ bố trí nên máy điều hòa có bình ngưng giải nhiệt nước thường là loại nguyên cụm. Cấu tạo của máy điều hòa nguyên cụm giải nhiệt nước đã được trình bày ở phần trước.

Trong catalog thương mại ta chỉ tìm được năng suất lạnh tiêu chuẩn ở  $t_f = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{T_{tr}} = 19^\circ\text{C}$  hoặc  $19,5^\circ\text{C}$  và nhiệt độ bình ngưng  $t_{w1} = 29,5^\circ\text{C}$  và  $t_{w2} = 35^\circ\text{C}$ . Trong catalog kỹ thuật ta mới có thể tìm được năng suất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ trong phòng và nhiệt độ nước vào bình ngưng khác nhau. Bảng 4-13 giới thiệu năng suất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ trong nhà, nhiệt độ nước vào bình ngưng, lưu lượng gió và hệ số đi vòng của 3 loại UC (Daikin) khác nhau trích từ catalog kỹ thuật.

Bảng 4-12

Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh ( $\alpha = Q_0/Q_{0TC}$ ) cho các FD-K của hãng DAIKIN tính từ bảng 4-10 (với hệ số hiệu chỉnh danh định  $\alpha = 1,00$ )

Lưu lượng gió, m <sup>3</sup> /ph	t <sub>T</sub> , °C		t <sub>N</sub> , °C							
	t <sub>Tu</sub>	t <sub>T</sub>	21	25	30	35	40	45	50	52
122 (0,20)	14	20	0,91	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,73	0,71
	16	22	0,96	0,94	0,91	0,88	0,85	0,81	0,78	0,76
	18	25	1,02	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	0,83	0,81
	19	27	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,84
	19,5	27	1,07	1,05	1,01	0,98	0,95	0,91	0,87	0,85
	22	30	1,15	1,13	1,10	1,06	1,02	0,98	0,94	0,92
	24	32	1,22	1,20	1,16	1,12	1,08	1,04	-	-
136 (0,21)	14	20	0,93	0,91	0,88	0,85	0,81	0,78	0,74	0,73
	16	22	0,99	0,96	0,93	0,90	0,87	0,83	0,79	0,78
	18	25	1,03	1,02	0,99	0,96	0,92	0,88	0,84	0,83
	19	27	1,08	1,05	1,02	0,99	0,95	0,91	0,87	0,85
	19,5	27	1,10	1,07	1,03	1,00	0,96	0,92	0,88	0,87
	22	30	1,18	1,15	1,12	1,08	1,04	1,00	0,95	0,93
	24	32	1,24	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	-	-
164 (0,24)	14	20	0,96	0,93	0,91	0,87	0,84	0,80	0,76	0,75
	16	22	1,01	0,99	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,79
	18	25	1,08	1,05	1,02	0,98	0,95	0,91	0,87	0,85
	19	27	1,11	1,09	1,05	1,01	0,98	0,93	0,90	0,88
	19,5	27	1,13	1,10	1,06	1,02	0,99	0,95	0,91	0,89
	22	30	1,21	1,18	1,14	1,10	1,06	1,02	0,98	0,96
	24	32	1,28	1,25	1,21	1,17	1,13	1,08	-	-

Nhiệt độ nước vào bình ngưng phụ thuộc vào điều kiện nhiệt ẩm ngoài trời và kích thước, hiệu quả làm việc của tháp giải nhiệt, trường hợp dùng nước tuần hoàn. Nhiệt độ nước vào bình ngưng thường phải chọn cao hơn nhiệt độ ướt từ 3 đến 5°C. Nhiệt độ ướt xác định trên đồ thị I-d theo nhiệt độ khô và độ ẩm không khí ngoài trời.

Khi không có catalog kỹ thuật, người ta cũng phải tìm một phương pháp tính gần đúng phù hợp để hiệu chỉnh lại năng suất lạnh đã cho như đã giới thiệu ở các mục trên.

Bảng 4-13

Năng suất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ trong nhà và nhiệt độ nước vào máy điều hòa nguyên cụm giải nhiệt kiểu UC DAIKIN, điện 50Hz

UCJ850N

Gió qua dàn lạnh										Nhiệt độ nước ra khỏi dàn ngưng tụ (°C)												
A/F R (BF)	EWB	EDB	35.0			30.0			35.0			30.0			35.0			40.0				
			TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD	TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD		
16.0	23.0	67.6	49.0	214	29.1	14.3	67.2	48.8	216	29.6	15.8	66.4	48.4	217	29.8	16.9	65.1	47.8	217	29.9	18.0	
18.0	25.0	72.9	49.1	230	32.99	15.2	72.5	49.0	231	32.2	16.2	71.6	46.5	232	35.5	17.3	70.2	47.9	231	33.2	18.4	
150 (0.04)	19.0	21.0	76.1	52.2	238	35.0	15.4	75.4	51.9	239	35.3	16.4	74.6	51.5	240	35.5	17.5	73.1	50.8	239	35.3	18.7
22.0	30.0	86.5	52.8	267	42.9	15.9	855.8	52.5	268	43.1	17.0	85.1	52.2	269	43.4	18.2	82.8	51.2	266	42.6	19.3	
24.0	32.0	95.0	53.4	290	49.3	16.3	94.8	53.3	292	49.9	17.4	93.3	52.7	291	49.6	18.6	92.8	52.1	291	49.6	19.8	
16.0	23.0	75.1	60.4	233	33.7	14.5	74.7	60.2	236	34.5	16.0	73.8	59.8	237	34.6	17.1	72.3	59.2	236	34.5	18.2	
18.0	25.0	81.0	60.5	251	38.6	15.3	80.6	60.6	253	39.1	16.4	79.6	59.9	253	39.1	17.5	78.0	59.2	252	38.6	18.6	
22.0 (0.06)	19.0	27.0	84.6	64.8	261	41.3	15.5	83.7	64.4	261	41.3	16.6	82.9	64.5	262	41.8	17.9	81.2	63.4	261	41.3	18.9
24.0	32.0	96.2	65.2	293	40.2	16.1	95.3	64.8	293	50.2	17.2	94.5	64.5	294	50.6	18.4	92.0	63.6	291	49.6	19.5	
16.0	23.0	80.4	71.0	248	37.7	14.6	79.9	70.8	250	38.3	16.1	78.9	70.3	251	38.5	17.3	77.3	69.7	250	39.3	18.4	
18.0	25.0	86.7	71.0	266	42.6	15.5	86.2	70.8	268	43.1	16.5	85.2	70.4	268	43.1	17.7	83.5	69.7	266	42.6	18.8	
300 (0.08)	19.0	27.0	90.5	76.5	277	45.7	89.6	89.6	277	45.7	16.7	88.7	88.7	278	46.0	17.9	86.9	75.1	276	45.4	19.1	
24.0	32.0	102.9	76.7	311	55.2	16.3	102.0	76.4	311	55.2	17.3	101.1	76.1	312	55.5	18.6	98.5	75.2	308	54.2	19.7	
16.0	23.0	89.7	72.0	281	28.6	18.2	89.2	71.8	285	29.3	20.1	88.1	71.3	286	29.5	21.5	86.3	70.4	285	29.3	23.0	
18.0	25.0	96.7	72.0	302	32.7	19.3	96.2	71.8	305	33.4	20.6	95.0	71.3	305	33.4	22.0	93.2	70.5	304	33.2	23.4	
22.0 (0.07)	19.0	27.0	101.0	77.2	314	35.3	19.6	100.0	76.8	315	36.5	20.9	99.0	75.3	316	35.8	22.5	97.9	75.5	315	35.5	23.9
24.0	32.0	114.8	77.6	320	43.2	20.8	113.0	77.3	323	43.4	21.6	112.9	76.9	323	43.8	21.6	109.0	75.7	320	42.8	24.5	
16.0	23.0	97.8	85.2	303	33.0	18.6	97.2	86.0	307	33.8	20.5	96.0	84.5	307	33.8	21.9	94.1	83.6	306	33.6	23.4	
18.0 (0.09)	19.0	27.0	110.1	91.9	339	40.9	100.0	91.4	340	40.9	21.3	107.9	91.0	340	40.9	22.7	105.8	90.2	339	40.7	24.3	
24.0	32.0	125.2	92.2	380	48.9	20.7	124.0	91.8	381	49.2	21.0	123.0	91.4	382	49.4	23.7	119.8	90.2	377	48.2	25.0	
16.0	23.0	105.4	85.3	326	38.0	19.7	104.9	85.1	328	38.4	21.0	103.5	84.5	329	38.6	22.5	101.5	83.7	327	38.2	23.9	
18.0	25.0	110.1	91.9	339	40.9	20.7	109.0	91.4	340	40.9	21.3	107.9	91.0	340	40.9	22.7	105.8	90.2	339	40.7	24.3	
24.0	32.0	137.4	92.6	413	56.9	21.2	137.0	92.5	416	57.6	22.6	134.9	91.7	414	57.1	24.1	132.7	91.0	413	56.9	25.7	

UCJ1000P

Gió qua dàn lạnh										Nhiệt độ nước ra khỏi dàn ngưng tụ (°C)												
A/F R (BF)	EWB	EDB	35.0			30.0			35.0			30.0			35.0			40.0				
			TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD	TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD		
16.0	23.0	79.8	58.1	254	24.1	17.7	79.4	57.9	258	24.7	19.5	78.4	57.4	259	24.8	20.9	76.8	56.7	258	24.7	22.3	
18.0	25.0	86.1	58.3	273	27.0	18.8	85.6	58.1	275	27.4	20.0	86.0	57.6	276	27.6	21.4	82.9	58.3	275	27.4	22.7	
150 (0.04)	19.0	27.0	89.9	62.0	284	29.1	19.0	89.0	61.6	285	29.3	20.2	88.1	61.2	286	29.5	21.6	86.3	60.4	285	29.3	23.1
22.0	30.0	102.2	62.6	318	36.2	19.7	101.3	62.3	310	36.4	21.0	100.4	61.9	320	36.6	22.5	97.8	60.8	316	23.8	24.4	
24.0	32.0	112.2	63.3	345	41.9	20.1	111.9	63.2	348	42.5	21.5	110.1	62.5	347	42.3	23.0	108.4	61.8	346	42.1	24.4	
16.0	23.0	89.7	72.0	281	28.6	18.2	89.2	71.8	285	29.3	20.1	88.1	71.3	286	29.5	21.5	86.3	70.4	285	29.3	23.0	
18.0	25.0	96.7	72.0	302	32.7	19.3	96.2	71.8	305	33.4	20.6	95.0	71.3	305	33.4	22.0	93.2	70.5	304	33.2	23.4	
270 (0.07)	19.0	27.0	101.0	77.2	314	35.3	19.6	100.0	76.8	315	36.5	20.9	99.0	75.3	316	35.8	22.5	97.9	75.5	315	35.5	23.9
24.0	32.0	126.0	77.1	383	49.7	20.8	125.7	77.0	385	50.2	21.6	123.6	76.9	384	49.9	23.6	121.8	76.6	383	49.8	25.2	
16.0	23.0	97.8	85.2	303	33.0	18.6	97.2	86.0	307	33.8	20.5	96.0	84.5	307	33.8	21.9	94.1	83.6	306	33.6	23.4	
18.0 (0.09)	19.0	27.0	110.1	91.9	339	40.9	20.7	109.0	91.4	340	40.9	21.3	107.9	91.0	340	40.9	22.7	105.8	90.2	339	40.7	24.3
24.0	32.0	125.2	92.2	380	48.9	20.7	124.0	91.8	381	49.2	21.0	123.0	91.4	382	49.4	23.7	119.8	90.2	377	48.2	25.0	
16.0	23.0	105.4	85.3	326	38.0	19.7	104.9	85.1	328	38.4	21.0	103.5	84.5	329	38.6	22.5	101.5	83.7	327	38.2	23.9	
18.0	25.0	110.1	91.9	339	40.9	20.7	109.0	91.4	340	40.9	21.3	107.9	91.0	340	40.9	22.7	105.8	90.2	339	40.7	24.3	
24.0	32.0	137.4	92.6	413	56.9	21.2	137.0	92.5	416	57.6	22.6	134.9	91.7	414	57.1	24.1	132.7	91.0	413	56.9	25.7	

Gió qua dàn lạnh												Nhiệt độ nước ra khỏi dàn ngưng tụ (°C)											
AFR (BF)	EWB	EDB	25,0				30,0				35,0				40,0								
			TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD	PI	TC	SHC	WFC	PD	PI	
16,0	23,0	107,8	78,0	341	24,3	23,2	107,2	77,7	346	25,0	25,6	105,9	77,0	347	25,1	27,3	103,7	75,9	346	25,0	29,2		
18,0	25,0	116,2	78,2	367	27,7	24,6	115,6	77,9	370	28,1	26,2	114,2	77,2	370	28,1	28,0	111,9	76,2	369	28,0	29,7		
240	19,0	121,3	83,0	381	29,6	24,9	120,1	82,5	382	29,7	26,5	118,9	81,9	384	30,0	28,3	116,6	80,9	383	29,9	30,3		
(0,04)	22,0	30,0	138,0	84,0	427	36,0	25,7	136,8	83,5	428	36,1	27,4	135,9	83,0	430	36,4	29,5	132,0	81,5	425	35,7	31,2	
24,0	32,0	151,4	84,9	463	41,4	26,4	151,0	84,7	467	41,9	28,1	148,7	83,8	466	41,8	30,0	146,3	82,9	465	41,7	32,0		
16,0	23,0	118,4	95,4	370	28,1	23,6	117,8	95,2	375	28,8	26,1	116,3	94,5	376	28,9	27,9	114,0	93,4	375	28,8	29,8		
18,0	25,0	127,7	95,5	398	31,9	25,1	127,0	95,2	401	32,2	26,7	125,5	94,5	401	32,2	28,6	123,0	93,5	400	32,1	30,3		
360	19,0	27,0	133,3	102,3	414	34,0	25,4	132,0	101,8	415	34,2	27,1	130,7	101,3	416	34,3	28,9	128,1	100,2	414	34,0	30,9	
(0,07)	22,0	30,0	151,6	102,9	464	41,5	26,3	150,3	102,4	465	41,7	28,0	149,0	101,9	467	41,9	30,1	145,1	100,5	461	41,1	31,4	
24,0	32,0	166,4	103,6	504	47,7	26,9	166,0	103,5	507	48,2	28,7	163,4	102,5	506	48,0	30,6	160,8	101,6	504	47,7	32,7		
16,0	23,0	126,7	112,0	393	31,2	24,1	126,0	111,8	398	31,9	26,6	124,5	111,1	398	31,9	28,4	121,9	110,0	397	31,8	30,4		
480	18,0	25,0	136,6	112,2	423	35,4	25,6	135,9	111,8	425	35,7	27,3	134,4	111,2	426	35,8	29,1	131,6	100,1	424	35,5	31,0	
(0,09)	19,0	27,0	142,6	120,8	439	37,7	25,9	141,2	120,3	440	37,8	27,6	139,8	119,7	441	38,0	29,5	137,1	118,7	439	38,0	34,0	
22,0	30,0	162,2	121,2	493	45,9	26,8	160,8	120,7	494	46,1	28,6	169,4	120,2	495	46,3	30,7	155,2	118,7	489	45,3	32,4		
24,0	32,0	178,0	121,7	535	53,2	27,4	177,6	121,6	539	53,9	29,2	174,8	120,6	437	43,5	31,2	172,0	119,7	535	53,2	33,3		

## Ký hiệu:

AFR: Lưu lượng gió (m<sup>3</sup>/ phút)

BF: Hố số lát đóng (bypass)

EWB: Nhiệt độ bầu ướt gió vào (°CWB)

EDB: Nhiệt độ bầu khô gió vào (°CDB)

TC: Tổng công suất lạnh (kW)

SHC: Công suất nhiệt hiển thị

WFC: Lưu lượng giải nhiệt (l/phút)

PD: Tốc lực qua dàn ngưng tụ (kPa)

P1 Công suất điện tiêu thụ (kW)

(máy nén)

## Ghi chú:

1. Chỉ số công suất danh nghĩa

2. Công suất và lưu lượng nước giải nhiệt được tính dựa trên độ chênh lệch nhiệt độ là 5,5°C (10°F)

Không cần hiệu chỉnh công suất nếu độ chênh nhiệt độ trong phạm vi 5 - 9°C, nhưng lưu lượng nước giải nhiệt (WFC) được tính lại theo biểu thức sau:

$$WFC^* = WFC \times \frac{\Delta T}{\Delta T + 5,5}$$

3. Công suất hiển thị là công suất gộp không cần lưu nhiệt rải của motor quạt làm

4. SHC được tính toán dựa theo công thức EWB và EDB.

Thêm ΔSHC vào SHC.

$$\Delta SHC = \text{Công suất hiệu chỉnh cho SHC ứng với nhiệt độ bầu khô khác} = 0,29 \times 60 \times AFR (m<sup>3</sup>/ph) \times (1 - BF) \times (DB - EDB) / 860$$

5. Cho phép nối suy trực tiếp. Không được ngắt gai suy

### Ví dụ 4-3

Xác định nhiệt độ nước vào và ra khỏi bình ngưng tụ trong điều kiện sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt ở chế độ:

a) Điều hòa cấp 3 tại Hà Nội;

Điều hòa cấp 2 tại Hà Nội;

Điều hòa cấp 1 tại Hà Nội.

Giải

a) Điều hòa cấp 3 tại Hà Nội:  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 66\%$ , tra đồ thị I-d có  $t_u = 27,5^\circ\text{C}$ , vậy:

Nhiệt độ nước vào bình ngưng:

$$t_{w1} = 27,5 + 4 = 31,5^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng:

$$t_{w2} = 31,5 + 5 = 36,5^\circ\text{C}$$

b) Tính cho điều kiện điều hòa cấp 2 tại Hà Nội:  $t_N = 37,2^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 66\%$ , tra đồ thị I-d có  $t_u = 31^\circ\text{C}$ , vậy:

Nhiệt độ nước vào bình ngưng:

$$t_{w1} = 31 + 4 = 35^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ ra khỏi bình ngưng:

$$t_{w2} = 35 + 5 = 40^\circ\text{C}$$

c) Điều hòa cấp 1 tại Hà Nội:  $t_N = 41,6^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 66\%$ , tra đồ thị I-d có  $t_u = 34,5^\circ\text{C}$ , vậy:

Nhiệt độ nước vào bình ngưng:

$$t_{w1} = 34,5 + 4 = 39,5^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng:

$$t_{w2} = 39,5 + 5 = 44,5^\circ\text{C}$$

Căn cứ vào nhiệt độ nước vào, ra khỏi bình ngưng cũng như nhiệt độ ngưng tụ ta có thể tiến hành xác định năng suất lạnh ở chế độ thực từ các số liệu cho ở điều kiện tiêu chuẩn trong các catalog thương mại.

Ví dụ máy điều hòa UCJ 850N có năng suất lạnh tiêu chuẩn ở  $t_T = 27^\circ\text{C}$ , và  $t_{w1} = 29,5^\circ\text{C}$  là 82,9 kW. Nếu làm việc ở chế độ cấp 2 tại Hà Nội với  $t_T = 25^\circ\text{C}$ ,  $t_{w2} = 40^\circ\text{C}$  thì năng suất lạnh còn lại là 78,0 kW, so với chế độ tiêu chuẩn giảm 6%.

Với điều kiện nước ra khỏi bình ngưng là 44,5°C của điều hòa cấp 1 ở Hà Nội thì máy điều hòa này không hoạt động được, vì các số liệu ở chế độ đó không tồn tại trong các catalog kỹ thuật.

## IV. TÍNH CHỌN MÁY ĐHKK ĐẶC CHỦNG

### 1. Đặc điểm cấu tạo

Máy ĐHKK đặc chủng là loại máy ĐHKK có cấu trúc đặc biệt để phù hợp với các điều kiện sử dụng, ví dụ máy ĐHKK lắp trên các phương tiện giao thông vận tải như: ôtô, tàu hỏa, tàu thủy, máy bay, ... hoặc máy ĐHKK chuyên dụng để lắp cho các nhà cao tầng ...

Các máy ĐHKK đặc chủng thường có công suất lạnh trung bình và lớn. Về phân loại có thể coi chúng thuộc loại máy ĐHKK kiểu tổ hợp, chúng có đặc điểm lắp đặt và làm việc khác biệt nên chúng được gọi là máy ĐHKK đặc chủng.

Do giới hạn của cuốn sách chúng tôi xin chỉ trình bày đặc điểm cấu tạo của hai loại máy ĐHKK đặc chủng tương đối phổ biến hiện nay ở Việt Nam.

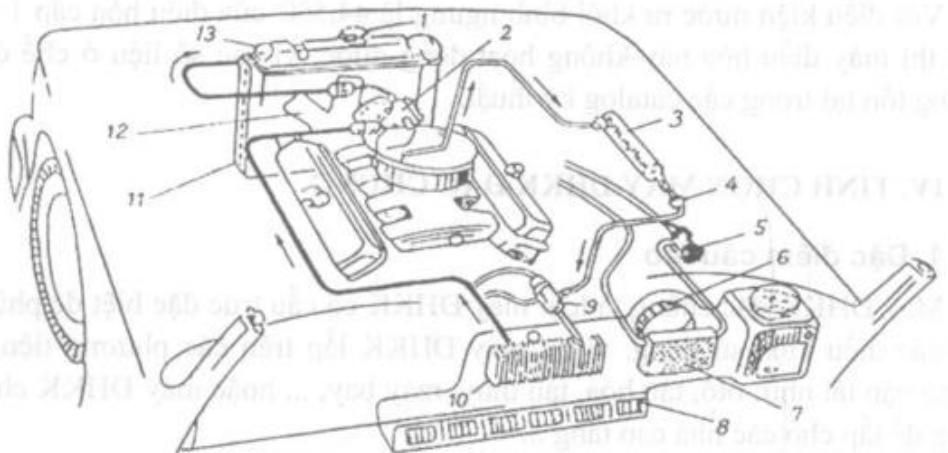
- Máy ĐHKK lắp trên ôtô gọi là máy ĐHKK ôtô.
- Máy ĐHKK kiểu VRV.

#### 1.1. Máy ĐHKK ôtô

Về nguyên lý nhiệt động, máy ĐHKK trên xe ôtô cũng hoạt động theo chu trình ngược như các máy ĐHKK thông thường. Tuy nhiên, để phù hợp với điều kiện làm việc di động, chịu rung động lớn và nguồn động lực có số vòng quay không ổn định (do tốc độ xe luôn thay đổi), ... nên máy phải có cấu tạo khác với các máy thông thường. Hình 4-11 trình bày hệ thống DHKK trên xe ôtô.

Máy nén 2 là loại máy hở (do được truyền động từ động cơ ôtô qua bộ truyền dai thang), vì vậy máy phải có cụm bít kín cổ trực.

Dàn ngưng tụ 11 kiểu làm mát bằng không khí được bố trí phía trước đầu xe cùng với két nước 13 của ôtô (có thể chung quạt gió làm mát 12 với két nước). Như vậy, khi ôtô chạy với tốc độ cao thì dàn ngưng cũng được tăng cường làm mát nhờ hứng gió từ phía trước, khi xe dừng (hoặc chạy chậm), công suất máy lạnh bé (do số vòng quay thấp), dàn ngưng được làm mát chủ yếu nhờ quạt gió.



Hình 4-11. Hệ thống ĐHKK trên xe ôtô

Trong hệ thống người ta sử dụng van tiết lưu tự động 9 chứ không dùng ống cáp, mặc dù năng suất lạnh của máy không lớn (thường chỉ cỡ 6000 đến 9000 kcal/h), đó là do phụ tải thay đổi nhiều tương ứng với số vòng quay của động cơ ôtô. Ngoài ra, trong hệ thống còn trang bị bình chứa ga 3, măt ga 4 là những chi tiết thường chỉ có ở các máy lạnh công suất lớn và trung bình. Nhờ các chi tiết này mà việc theo dõi lượng ga thiêu hay đủ rất tiện lợi, đồng thời cho phép nhanh chóng bô sung lượng ga rò rỉ (do máy nén kiểu hở dễ mất ga). Bình chứa thường làm bằng chất dẻo trong suốt nên dễ dàng quan sát mức lỏng chứa trong bình.

Hệ thống truyền chuyển động từ động cơ sang máy nén gồm bánh đai, cơ cầu li hợp kiểu điện từ. Khi không cho máy chạy, người ta cắt li hợp bằng cách ngắt điện vào cuộn dây điện từ của li hợp. Ngoài ra khi độ lạnh trong xe đủ lớn, thermostat cũng tự động ngắt điện cuộn dây điện từ của li hợp, khi đó máy nén cũng ngừng hoạt động (trong khi bánh đai truyền động vẫn quay tròn). Khi nhiệt độ trong xe lên cao, thermostat lại đóng điện, truyền chuyển động từ động cơ sang máy nén qua li hợp.

Không khí được làm lạnh ở dàn bay hơi 10 rồi được quạt 6 thổi qua cửa gió 8 trong buồng xe và tuần hoàn như ở các máy điều hòa khác.

Trường hợp cần sưởi ấm (về mùa đông), người ta không chạy chế độ bơm nhiệt mà cho nước nóng từ két nước qua dàn trao đổi nhiệt 7, trong khi máy

lạnh ngừng làm việc. Như vậy, không khí nóng sẽ được tuần hoàn giống như ở các thiết bị sưởi ấm khác (về mùa hè, khi không cần sưởi ấm, van nước nóng 5 được đóng lại).

Năng suất lạnh của máy thường được điều chỉnh bằng thermostat, tiết lưu tự động và lì hợp điện tử. Thermostat đóng, cắt lì hợp cho máy nén ngừng chạy gần giống như đóng, ngắt điện vào động cơ máy nén ở các điều hòa thông dụng. Ngoài biện pháp nói trên, người ta còn sử dụng các sơ đồ điều chỉnh năng suất lạnh của máy bằng đường nối thông đầu đầy - đầu hút qua van điều khiển bằng điện tử cùng với thermostat hoặc qua van điều khiển điện tử bằng hiệu áp suất đầu hút và đầu đầy của máy nén. Bằng các cách này có thể tránh được hiện tượng giảm áp suất hút hoặc tăng áp suất đầy quá mức cho phép khi ôtô chạy với tốc độ cao hoặc khi trong xe đã quá lạnh. Biện pháp sử dụng lì hợp có ưu điểm hơn cả do dùng được máy nén khi đã đủ độ lạnh, nhờ đó không những tăng tuổi thọ của máy mà còn tiết kiệm được nhiên liệu cho ôtô.

## 1.2. Máy ĐHKK kiểu VRV

### a. Đặc điểm của hệ máy VRV

Các máy ĐHKK thông thường đều phải tuân thủ những quy định nghiêm ngặt về giới hạn độ cao đặt máy, do đó bị hạn chế nhiều về khả năng bố trí máy trên nóc các nhà cao tầng - điều này có ý nghĩa rất đặc biệt khi giá nhà đất ở thành phố rất cao. Một khác, việc lắp đặt các máy cục bộ với số lượng lớn các dàn để ngoài nhà (outdoor unit - OU) làm cho cảnh quan kiến trúc bị xâu đi nghiêm trọng. Vì vậy đã xuất hiện chủng loại máy cho phép bố trí dàn ngoài (OU) và dàn trong (indoor unit - IU) cách nhau khá xa, một OU liên hệ với nhiều IU với khả năng điều chỉnh năng suất lạnh rất hiện đại.

Máy VRV thuộc về một trong những loại đó. VRV là viết tắt của từ tiếng Anh variable refrigerant volume, tức là một hệ thống DHKK có lưu lượng môi chất thay đổi được. Hệ này gồm 2 nhóm là đảo từ - điều trần (inverter) và hồi nhiệt lạnh (heat recovery) so với các hệ thống ĐHKK thông thường, hệ thống này có một số điểm đặc biệt sau đây.

**Đặc điểm chung:**

- Trong một mạch, cho phép nối tối 8 IU với năng suất lạnh và kiểu khác nhau (tối đa có thể lên tới 16 IU khi nối theo trật tự đặc biệt). Năng suất lạnh tổng của các IU cho phép thay đổi từ 50 đến 130% năng suất lạnh của OU.

- Nhiệt độ trong phòng được điều chỉnh với mức độ tinh vi rất cao nhờ hệ điều khiển PID (proportional integral derivative - điều khiển dựa trên sự cân đối với toàn bộ hệ thống): sai lệch nhiệt độ so với nhiệt độ đặt ở trong phòng khoảng  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

- Hệ VRV sử dụng việc thay đổi lưu lượng môi chất trong hệ thống thông qua điều chỉnh tần số điện của máy nén, do đó đạt được hiệu quả cao trong khi hoạt động.

- Không cần thiết phải có máy dự trữ: hệ vẫn tiếp tục vận hành trong trường hợp một trong các cụm máy hư hỏng, do đó giảm chi phí đầu tư.

- Hệ vận hành ở khoảng nhiệt độ rất rộng: nhiệt độ nhiệt kế ướt từ  $-5 + +43^{\circ}\text{C}$  ở chế độ làm lạnh;  $-15^{\circ}\text{C}$  (với hệ inverter) hoặc  $-10^{\circ}\text{C}$  (với hệ heat recovery) tới  $+15,5^{\circ}\text{C}$  ở chế độ sưởi ấm,  $-5$  tới  $15,5^{\circ}\text{C}$  ở chế độ hỗn hợp đối với hệ heat recovery.

- Ở một số loại đặc biệt có chế độ khởi động tuần tự.

Đối với hệ VRV inverter:

- Hệ cho phép điều khiển riêng biệt giữa các cụm máy trong hệ thống, do đó làm giảm chi phí vận hành.

- Hệ cho phép tăng chiều dài ống dẫn môi chất giữa outdoor unit và indoor unit: chiều dài đường ống lớn nhất giữa OU và IU lên tới 100m, cao độ giữa OU và IU lên tới 50m, còn cao độ lớn nhất giữa các IU lên tới 15m mà không phải sử dụng tới các bẫy dầu. Điều này cho phép đưa các OU lên nóc của các khu nhà tầng (như khách sạn, cao ốc, bệnh viện,...) làm tăng không gian làm việc ở mặt đất.

- Hệ thống ống REFNET giản đơn cho phép giảm công việc nối ống và làm tăng độ tin cậy của hệ thống. Do đó nhiều cách thức phân nhánh ống khác nhau nên hệ có khả năng đáp ứng được những thiết kế rất khác nhau.

- Đơn giản hoá việc đấu dây giữa các giàn trong và các dàn ngoài, đồng thời có khả năng giảm nhẹ công việc đấu dây thông qua việc đặt địa chỉ tự động và nhờ hệ thống chuyển mạch phức hợp cáp đôi. Khi thao tác đấu dây và đấu ống ga có thể tránh được nhầm lẫn do có hệ thống tự động phát hiện các lỗi.

- Nhờ việc sử dụng hệ thống điều khiển tập trung nên giảm được chi phí thiết bị cũng như chi phí lắp đặt, đồng thời cho làm cho việc kiểm tra, giám sát, vận hành được dễ dàng hơn.

- Đối với các nhà cao tầng, việc điều khiển có thể được thực hiện bằng hệ thống quản lý nhà cao tầng (building management system - BMS) rất hiện đại.

Đối với hệ VRV hòi nhiệt có thể cho phép các chế độ làm việc sưởi ấm hoặc làm lạnh riêng biệt giữa các dàn trong cùng một hệ thống và dễ dàng tự động chuyển đổi từ chế độ làm lạnh sang sưởi ấm (hoặc ngược lại) tùy theo nhiệt độ trong phòng nhờ việc sử dụng khói lựa chọn nhánh (BS unit). Đây là điều đặc biệt nhất của nhóm máy này. Khi sử dụng hệ máy này có thể tiết kiệm từ 15 đến 20% chi phí và năng lượng và vận hành do hòi nhiệt.

#### *b) Chức năng của các bộ phận*

Trên hình 4-12 trình bày sơ đồ nguyên lý của máy VRV 2 chiều (bơm nhiệt) có kí hiệu RSXY8 (hoặc RSXY10G) với 3 dàn trong.

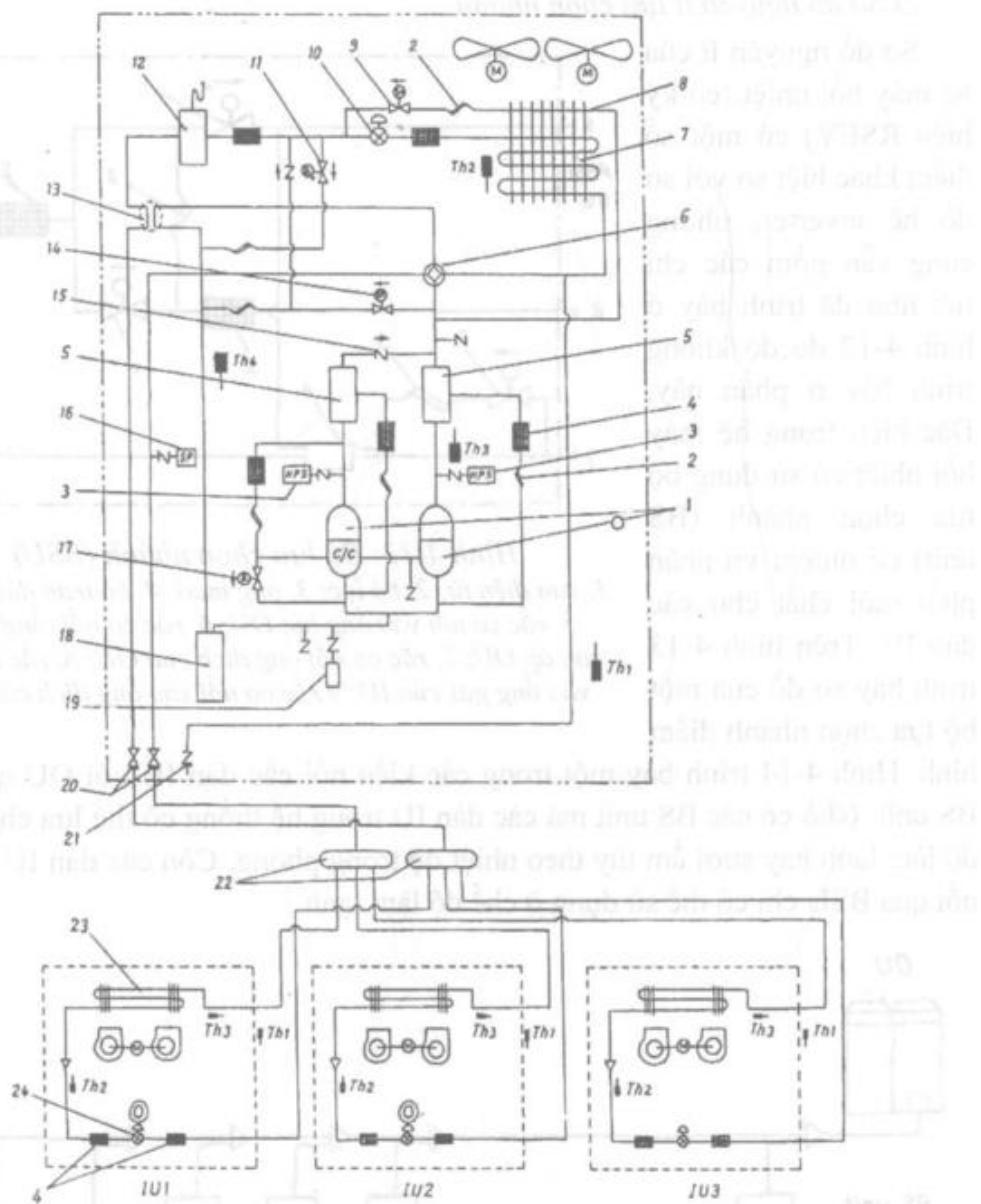
Hệ thống gồm 2 máy nén 1, mỗi máy nén có hai xylanh, trong đó có một máy nén được điều khiển biến tần (inverter) theo nguyên lý: khi thay đổi tần số điện vào động cơ máy nén thì tốc độ quay của động cơ thay đổi, do đó thay đổi lưu lượng tác nhân lạnh qua máy nén. Khả năng thay đổi phụ tải của máy nén inverter rất rộng do tần số điện có thể thay đổi trong phạm vi từ 30 đến 74 Hz (có thể tới 116Hz đối với các máy loại H). Máy nén còn lại (máy nén C/C) được điều chỉnh phụ tải theo 3 bước: 0;50 và 100% phụ tải. Nhờ đó năng suất lạnh có hệ thống có thể được điều chỉnh theo 14 bước, điều này cho phép điều khiển riêng biệt hoặc điều khiển tuyến tính mỗi dàn IU (xem trong mục d). Các role áp suất gồm role cao áp 3 và role hạ áp 19, bảo vệ máy nén khỏi tình trạng quá áp (tự động ngừng máy khi cao áp vượt quá  $27,5 + 1$ at hoặc hạ áp xuống thấp hơn  $0 + 0,2$  at). Bộ tách dầu 5 có nhiệm vụ tách dầu ra khỏi tác nhân lạnh và đưa trở lại máy nén qua ống mao giảm áp 2 và bộ lọc 4. Van đảo chiều 5 (chỉ có ở các máy kiểu bơm nhiệt) làm nhiệm vụ thay đổi chiều chuyển động của dòng tác nhân lạnh, do đó chuyển đổi chế độ làm lạnh sang sưởi ấm hoặc ngược lại. Bộ trao đổi nhiệt phụ 8 có nhiệm vụ lấy một phần nhiệt ngưng tụ đưa ra ngoài để giảm bớt áp suất cao trong chế độ sưởi ấm khi quá tải. Van điện từ 9 điều khiển việc đóng mở đưa dòng tác nhân lạnh tới bộ trao đổi nhiệt phụ (qua một ống mao tiết lưu). Van điện từ 11 điều khiển việc đưa lỏng về bình chứa 18 (qua một ống mao) nhằm ngăn ngừa sự quá nhiệt dầu hút. Van điện từ 14 dùng để cân bằng áp suất giữa cao áp và hạ áp của máy nén, nhằm giảm tải máy nén khi khởi động, đồng thời cũng để ngăn ngừa đóng băng dàn lạnh khi tải thấp (bằng cách mở thông dòng ga nóng cho qua dàn lạnh). Van

diện từ 17 điều khiển không tải máy nén C/C: khi van này đóng (không có điện áp), máy nén C/C làm việc ở chế độ đầy tải, còn khi có điện áp, van này mở thông hạ áp với đường không tải và máy nén làm việc không tải. Một ống mao giảm áp được bố trí sau bộ lọc có tác dụng hạn chế lượng tác nhân đi về đầu hút của máy nén, ống này được đấu tắt khi van điện từ 17 mở. Van một chiều 15 có nhiệm vụ ngăn dòng tác nhân lạnh đi ngược để tránh hiện tượng ứ đọng môi chất trong máy nén C/C khi chỉ có máy nén inverter hoạt động. Van tiết lưu điện tử 10 (electronic expension valve) hoạt động khi ở chế độ sưởi ấm, có tác dụng điều chỉnh độ quá nhiệt cho phù hợp với tín hiệu nhiệt độ ở đầu vào và đầu ra ở bộ trao đổi nhiệt 7. Bộ cảm biến áp suất 16 thuộc loại cảm biến bán dẫn, dùng để cảm nhận áp suất đầu hút ở chế độ làm lạnh và cảm nhận áp suất đầu đầy ở chế độ sưởi ấm nhằm kiểm soát hoạt động của IU.

Ống trao đổi nhiệt 13 dùng để tạo ra sự làm mát nhẹ, nhằm hạn chế sự xuất hiện ga trong ống dịch, ngăn ngừa sự mất cân bằng áp suất trong các dàn IU.

Các bộ phận của dàn trong IU về cơ bản cũng giống với các dàn của máy thường, chỉ khác ở chỗ có bộ trí thêm van điện từ 24, nhằm bảo đảm sự phân phối tuyển tính năng suất lạnh và điều khiển riêng biệt từng dàn IU. Van này có thể thay đổi độ mở tương ứng với phụ tải trong phòng cần làm lạnh hoặc sưởi ấm. Khi ngừng chế độ làm lạnh van này hoàn toàn đóng, còn khi ngừng chế độ sưởi ấm van này mở nhỏ (đó là do ở chế độ sưởi ấm, tác nhân lạnh được chứa trong IU ở một trạng thái “ngắt” (off) nếu ống dịch được đóng hoàn toàn. Do đó van này được mở nhỏ).

(Xem hình trang sau)

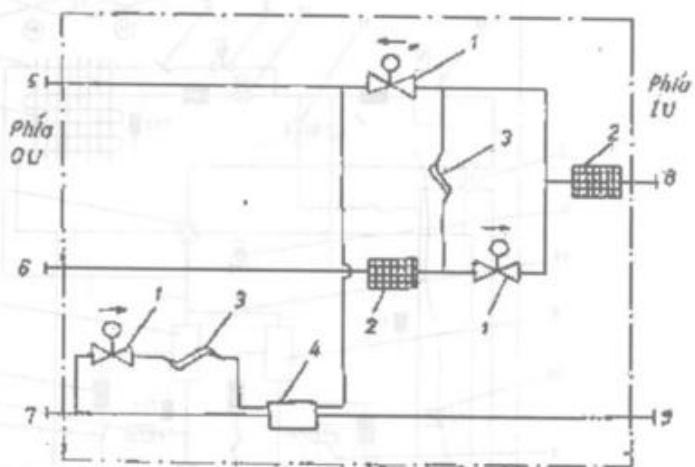


Hình 4-12: Sơ đồ nguyên lý bơm nhiệt RSXY8

1. máy nén;
2. ống mao giảm áp;
3. rơ le cao áp;
4. bộ lọc;
5. bình tách dầu;
6. van đảo chiều;
7. dàn trao đổi nhiệt của OU;
8. dàn trao đổi nhiệt phụ;
- 9, 11, 14, 17. van điện tử;
- 10, 24. van tiết lưu điện tử;
12. bình tiếp nhận gas;
13. ống trao đổi nhiệt;
15. van một chiều;
16. bộ cảm biến áp suất;
18. bình chứa;
19. rơ le hạ áp;
20. van chặn (có đầu nối đưa ra ngoài);
21. đầu đo;
22. ống gốp (REFNET);
23. dàn trao đổi nhiệt của IU;
- Th1, Th2, Th3, Th4. thermostat

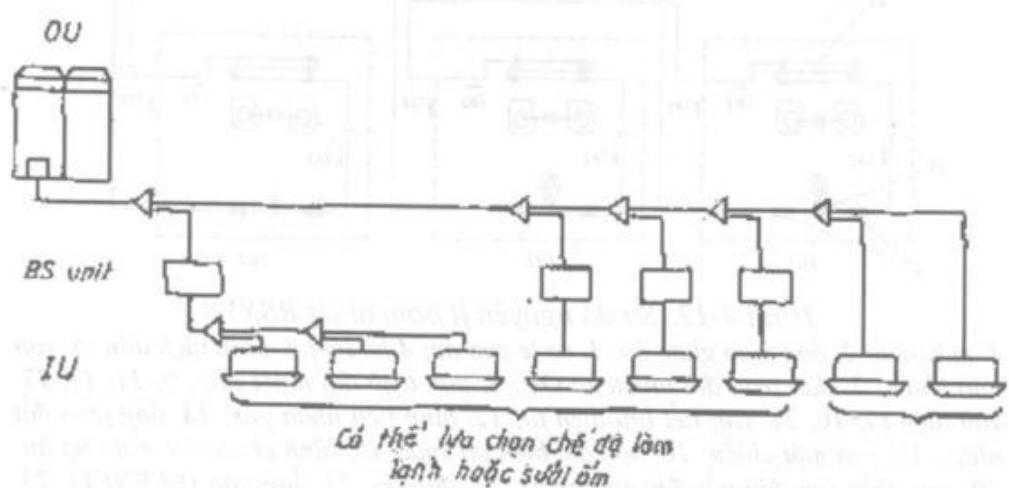
c) Sơ đồ nguyên lý lựa chọn nhánh

Sơ đồ nguyên lý của hệ máy hồi nhiệt (có ký hiệu RSEY) có một số điểm khác biệt so với sơ đồ hệ inverter, nhưng cũng vẫn gồm các chi tiết như đã trình bày ở hình 4-12 do đó không trình bày ở phần này. Đặc biệt, trong hệ máy hồi nhiệt có sử dụng bộ lựa chọn nhánh (BS unit) có nhiệm vụ phân phối môi chất cho các dàn IU. Trên hình 4-13 trình bày sơ đồ của một bộ lựa chọn nhánh điểm hình. Hình 4-14 trình bày một trong các kiểu nối các dàn IU với OU qua các BS unit. Nhờ có các BS unit mà các dàn IU trong hệ thống có thể lựa chọn chế độ làm lạnh hay sưởi ấm tùy theo nhiệt độ trong phòng. Còn các dàn IU không nối qua BSU chỉ có thể sử dụng ở chế độ làm lạnh.



Hình 4-13: Bộ lựa chọn nhánh (BSU)

1. van điện từ; 2. bộ lọc; 3. ống mao; 4. bộ trao đổi nhiệt;
5. rắc co nối vào ống hút OU; 6. rắc co nối ống gas cao áp OU; 7. rắc co nối ống dịch của OU; 8. rắc co nối vào ống gas của IU; 9. rắc co nối vào ống dịch của IU.

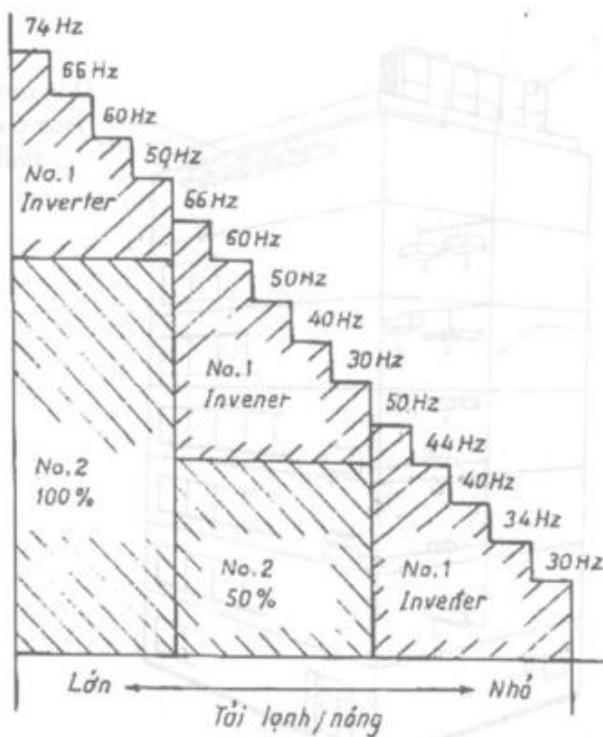


Hình 4-14: Các cách nối IU với OU qua BS unit

#### d) Điều chỉnh năng suất lạnh trong hệ thống VRV

Việc điều chỉnh năng suất lạnh trong hệ thống VRV dựa trên cơ sở điều chỉnh bằng biến tần đã nói ở trên, ở đây chỉ trình bày việc điều chỉnh năng suất lạnh của máy có hai máy nén (ví dụ, loại RSX6(Y)8G), đối với loại máy nén (như RSXY5G chẳng hạn) việc điều chỉnh cũng tương tự nhưng đơn giản hơn. Trên hình 4-15 trình bày sơ đồ điều chỉnh phụ tải của máy VRV kiểu inverter RSX8G. Máy gồm có hai máy nén, trong đó có một máy nén inverter (máy số 1). Phụ tải được điều chỉnh theo 14 cấp bằng máy vi tính theo tín hiệu áp suất và được phân làm ba vùng phụ tải khác nhau:

- Khi yêu cầu phụ tải lớn, máy nén số 2 chạy cả hai xy lanh (100% tải của máy số 2), còn máy inverter làm việc ở tần số từ 50 đến 74 Hz, nhờ đó phụ tải được điều chỉnh trong phạm vi từ 50 đến 100% phụ tải;
- Khi yêu cầu phụ tải trung bình, máy nén số 2 chỉ làm việc với một xy lanh (50% phụ tải), còn máy inverter làm việc ở các tần số từ 30 đến 66Hz, nhờ đó công suất máy được điều chỉnh trong phạm vi cần thiết;



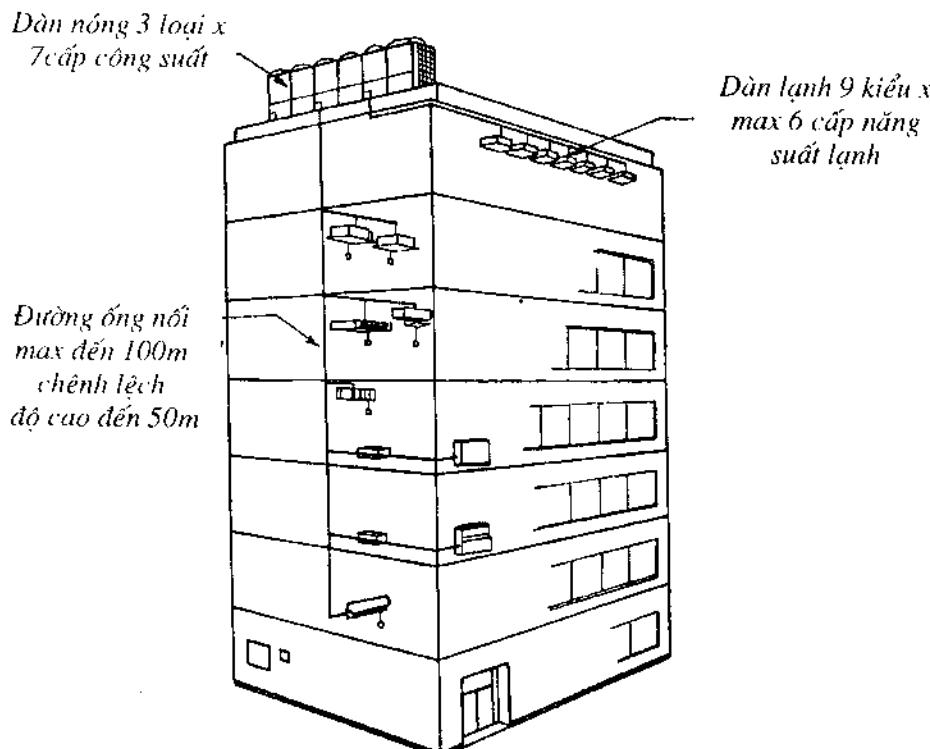
Hình 4-15: Sơ đồ điều chỉnh phụ tải của máy VRV

- Khi yêu cầu phụ tải nhỏ thì máy nén số hai ngừng chạy, còn máy inverter làm việc ở các tần số từ 30 đến 50Hz, điều chỉnh phụ tải tới mức thấp nhất (24% năng suất toàn máy).

Nhờ có 14 cấp điều chỉnh mà công suất máy được thay đổi khá “mềm” phù hợp với phụ tải yêu cầu, tiết kiệm được năng lượng. Hãy nhớ rằng các máy loại thường có cùng công suất (như UV10J hoặc FV10J) chỉ có ba cấp điều chỉnh năng suất: 0; 50% và 100%.

#### e) Đặc điểm lắp đặt

Hình 4-16 giới thiệu cấu tạo và khả năng lắp đặt của hệ VRV. Bảng 4-14 giới thiệu một số máy điều hòa VRV của Daikin với năng suất lạnh từ 46 kW trở lên, năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà  $t_T = 27^\circ\text{C}$  và  $t_{Tu} = 19,5^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngoài trời  $35^\circ\text{C}$ . Năng suất nhiệt tính theo nhiệt độ trong nhà  $20^\circ\text{C}$  và nhiệt độ ngoài nhà  $t_N = 7^\circ\text{C}$ ,  $t_{Nu} = 6^\circ\text{C}$ , đường ống nối giữa dàn nóng và dàn lạnh là 3m và chiều cao giữa hai cụm là 0m. Khi kéo dài đường ống nối và có chênh lệch chiều cao, năng suất lạnh và năng suất nhiệt sẽ bị giảm. Người



Hình 4-16: Cấu tạo và khả năng lắp đặt của máy điều hòa VRV

thiết kế cần tính toán được tốn thất lạnh và nhiệt khi kéo dài đường ống và nâng chênh lệch chiều cao để xác định chính xác được nhiệt tải công suất máy yêu cầu.

Trên hình 4-16 trình bày cấu tạo và khả năng lắp đặt của máy điều hòa VRV có 3 dàn nóng một chiều, 2 chiều bơm nhiệt và hồi nhiệt. Dàn một chiều lạnh thường có kí hiệu – HP (RX-K) như 16IIP (RX 16K). Cụm dàn nóng 2 chiều kiểu bơm nhiệt thường có kí hiệu – HP (RXY-K), ví dụ 20HP (RXY20K), còn kiểu thu hồi nhiệt (heat recovery system). Các cụm dàn nóng đều có thể kết nối được với tất cả các loại dàn lạnh. Các dàn lạnh gồm 9 loại với năng suất khác nhau (từ 2,5 đến 31,5 kW).

Vi du:

- Loại giấu trần cassette 2 cửa thổi (ceiling mounted cassette double flow type) có kí hiệu FXYC20K đến 125K.
  - Loại giấu trần cassette nhiều cửa thổi (ceiling mounted cassette multi flow type) có kí hiệu FXYC32K đến 125K.
  - Loại giấu trần cassette đặt góc (ceiling mounted cassette corner type) có kí hiệu FXYC20K đến 125K.

Bảng 4-14

Kiểu		FXYC20K	FXYC25K	FXYC32K	FXYC40K	FXYC50K	FXYC63K
		FXYS20K	FXYK25K	FXYF32K	FXYF40K	FXYF50K	FXYF63K
		FXYS25K	FXYK32K	FXYK40K	FXYK50K	FXYK63K	
		FXYA25K	FXYS32K	FXYA40K	FXYA50K	FXYA63K	
		FXYL25K	FXYH32K	FXYL40K	FXYM50K	FXYH63K	
		FXYLM25K	FXYA32K	FXYLM40K		FXYL63K	
				FXYM40K		FXYA63K	
						FXYM63K	

Cụm dàn lạnh (trong nhà)

Kiểu		FXYC80K FXYF80K FXYS80K FXYM80K	FXYF100K FXYS100K FXYH100K FXYM100K	FXYC125K FXYF125K FXYS125K FXYM125K	FXYM200K	FXYM250K
Năng suất lạnh	Btu/h	30700	38200	47800	76400	95500
	kW	9,0	11,2	14,0	22,4	28,0
Năng suất nhiệt	Btu/h	34100	42700	54600	85300	107500
	kW	10,0	12,5	16,5	25,0	31,5

Cụm dàn nóng (ngoài nhà) 1 chiều lạnh

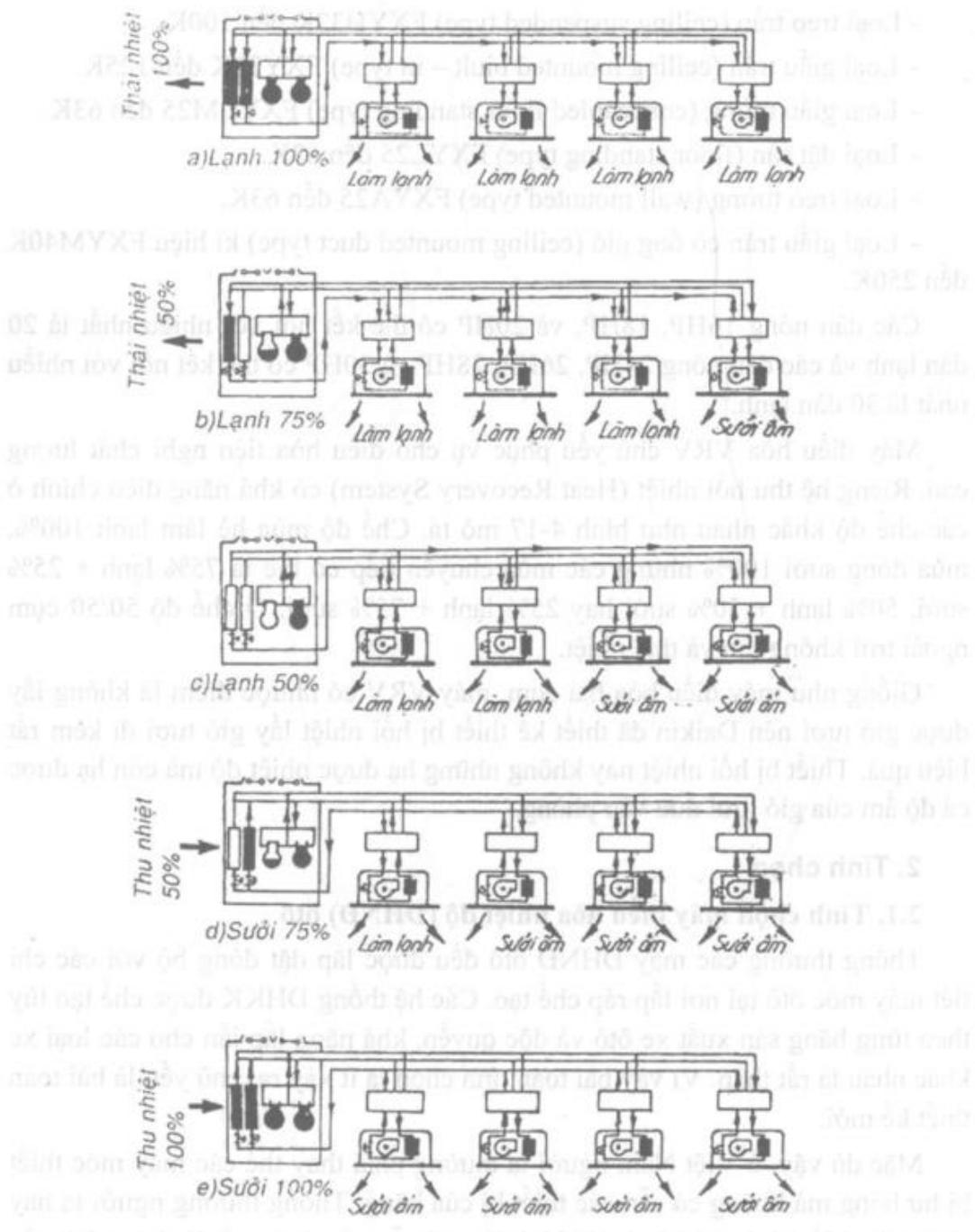
Kiểu		16HP (RX16K)	18HP (RX18K)	20HP (RX20K)	24HP (RX24K)	26HP (RX26K)	28HP (RX28K)	30HP (RX30K)
Năng suất lạnh	Btu/h	158000	178000	198000	237000	257000	277000	297000
	kW	46,0	51,8	57,6	69,0	74,8	80,6	86,4

Cụm dàn nóng (ngoài nhà) 2 chiều nóng, lạnh

Kiểu		16HP (RXY16K)	18HP (RXY18K)	20HP (RXY20K)	24HP (RXY24K)	26HP (RXY26K)	28HP (RXY28K)	30HP (RXY30K)
Năng suất lạnh	Btu/h	158000	178000	198000	237000	257000	277000	297000
	kW	46,0	51,8	57,6	69,0	74,8	80,6	86,4
Năng suất nhiệt	Btu/h	170600	192800	215000	255000	278100	300300	322500
	kW	50,0	56,5	63,0	76,0	81,5	88,0	94,5

Cụm dàn nóng (ngoài nhà) kiểu thu hồi nhiệt

Kiểu		16HP (REY16K)	18HP (REY18K)	20HP (REY20K)	24HP (REY24K)	26HP (REY26K)	28HP (REY28K)	30HP (REY30K)
Năng suất lạnh	Btu/h	158000	178000	198000	237000	257000	277000	297000
	kW	46,0	51,8	57,6	69,0	74,8	80,6	86,4
Năng suất nhiệt	Btu/h	170600	192800	215000	255000	278100	300300	322500
	kW	50,0	56,5	63,0	76,0	81,5	88,0	94,5



Hình 4-17. Các chế độ làm việc của hệ VRV hối nhiệt (heat recovery system)

- Loại treo trần (ceiling suspended type) FXYH32K đến 100K.
- Loại giấu trần (ceiling mounted biult – in type) FXÝ32K đến 125K.
- Loại giấu tường (concealed floor standing type) FXYLM25 đến 63K.
- Loại đặt sàn (floor standing type) FXYL25 đến 63K.
- Loại treo tường (wall mounted type) FXYA25 đến 63K.
- Loại giấu trần có ống gió (ceiling mounted duct type) kí hiệu FXYM40K đến 250K.

Các dàn nóng 16HP, 18HP, và 20HP có thể kết nối với nhiều nhất là 20 dàn lạnh và các dàn nóng 24HP, 26HP, 28HP và 30HP có thể kết nối với nhiều nhất là 30 dàn lạnh.

Máy điều hòa VRV chủ yếu phục vụ cho điều hòa tiện nghi chất lượng cao. Riêng hệ thu hồi nhiệt (Heat Recovery System) có khả năng điều chỉnh ở các chế độ khác nhau như hình 4-17 mô tả. Chế độ mùa hè làm lạnh 100%, mùa đông sưởi 100% nhưng các mùa chuyển tiếp có thể là 75% lạnh + 25% sưởi, 50% lạnh + 50% sưởi hay 25% lạnh + 75% sưởi. Ở chế độ 50/50 cụm ngoài trời không thu và thải nhiệt.

Giống như máy điều hòa hai cụm, máy VRV có nhược điểm là không lấy được gió tươi nên Daikin đã thiết kế thiết bị hồi nhiệt lấy gió tươi đi kèm rất hiệu quả. Thiết bị hồi nhiệt này không những hạ được nhiệt độ mà còn hạ được cả độ ẩm của gió tươi đưa vào phòng.

## 2. Tính chọn

### 2.1. Tính chọn máy điều hòa nhiệt độ (ĐHND) ôtô

Thông thường các máy ĐHND ôtô đều được lắp đặt đồng bộ với các chi tiết máy móc ôtô tại nơi lắp ráp chế tạo. Các hệ thống ĐHKK được chế tạo tùy theo từng hãng sản xuất xe ôtô và độc quyền, khả năng lắp lẵn cho các loại xe khác nhau là rất thấp. Vì vậy bài toán tính chọn là ít xảy ra, chủ yếu là bài toán thiết kế mới.

Mặc dù vậy, ở Việt Nam người ta thường phải thay thế các máy móc thiết bị hư hỏng mà không có sẵn các thiết bị của hãng. Thông thường người ta hay chọn các thiết bị theo kích thước hình học có sẵn và công suất là dung tích của cabin ôtô.

Ví dụ: Block của máy ĐHND ôtô 4 chỗ ngồi , 7 chỗ ngồi, ...

## 2.2. Tính chọn máy VRV

Máy VRV tuy có công suất tổng cộng lớn hơn rất nhiều so với máy ĐHKK kiểu tách, song khi tính chọn cũng tương tự như máy ĐHKK cục bộ kiểu tách (xem phần tính chọn máy ĐHKK cục bộ).

# V. TÍNH CHỌN MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ XỬ LÝ NƯỚC TẬP TRUNG

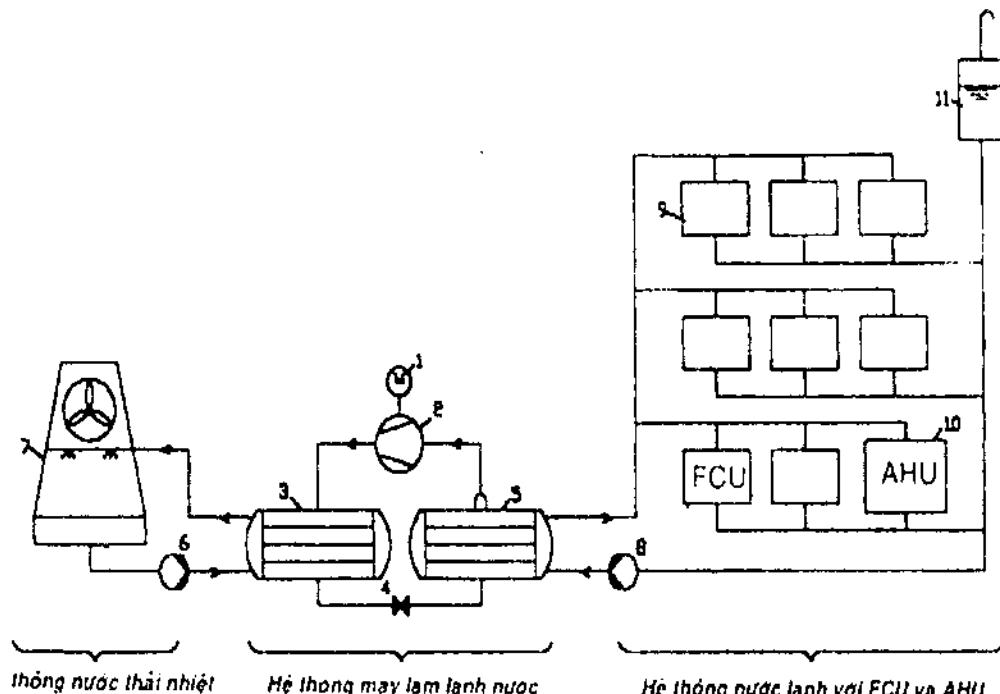
## 1. Đặc điểm cấu tạo

### 1.1. Khái niệm chung

Hệ thống điều hòa trung tâm nước là hệ thống sử dụng nước lạnh 7°C để làm lạnh không khí qua các dàn trao đổi nhiệt FCU và AHU. Hệ điều hòa trung tâm nước chủ yếu gồm:

- Máy làm lạnh nước (Water Chiller) hay máy sản xuất nước lạnh thường từ 12°C xuống 7°C.
- Hệ thống ống dẫn nước lạnh.
- Hệ thống nước giải nhiệt.
- Nguồn nhiệt để sưởi ấm dùng để điều chỉnh độ ẩm và sưởi ấm mùa đông thường do nồi hơi nước nóng hoặc thanh điện trở cung cấp.
- Các dàn trao đổi nhiệt để làm lạnh hoặc sưởi ấm không khí bằng nước nóng FCU (Fan coil Unit) hoặc AHU (Air Handling Unit).
  - Hệ thống gió tươi, gió hồi, vận chuyển và phân phối không khí.
  - Hệ thống tiêu âm và giảm âm.
  - Hệ thống lọc bụi, thanh trùng và triệt khuẩn cho không khí.
  - Bộ rửa khí.
- Hệ thống tự động điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm phòng, điều chỉnh gió tươi, gió hồi và phân phối không khí, điều chỉnh năng suất lạnh và điều khiển cũng như báo hiệu và bảo vệ toàn bộ hệ thống.
- Hình 4-18a. Giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa trung tâm nước đơn giản nhất.

Hình 4.18b, 4.18c, 4.18d giới thiệu phương án bố trí hệ thống điều hòa trung tâm nước với máy làm lạnh nước, giải nhiệt nước, giải nhiệt gió và để so sánh cách bố trí hệ thống điều hòa VRV.



thống nước thải nhiệt      Hệ thống máy làm lạnh nước      Hệ thống nước lạnh với FCU và AHU

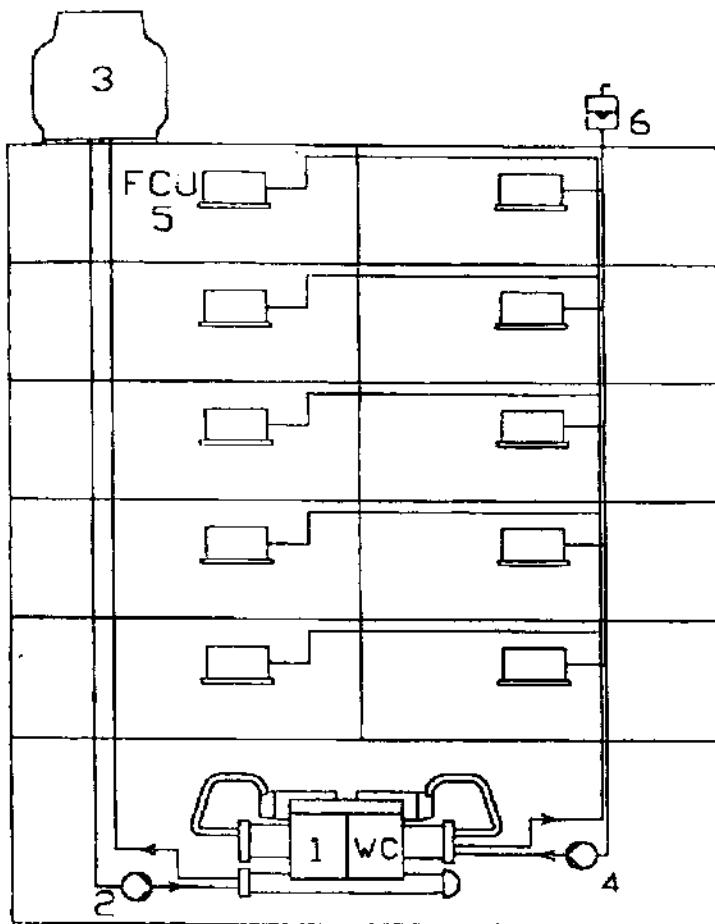
Hình 4-18a. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa trung tâm nước đơn giản.

1. động cơ; 2. máy nén; 3. bình ngưng; 4. tiết lưu; 5. bình bay hơi; 6. bơm nước giải nhiệt; 7. tháp giải nhiệt; 8. bơm nước lạnh; 9. dàn FCU; 10. AHU; 11. bình dãy nở.

Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước cùng hệ thống bơm thường được bố trí phía dưới tầng hầm hoặc tầng trệt, tháp giải nhiệt đặt trên tầng thượng. Trái lại máy làm lạnh nước giải nhiệt gió thường được đặt trên tầng thượng.

Nước lạnh được làm lạnh trong bình bay hơi xuống  $7^{\circ}\text{C}$  rồi được bơm nước lạnh đưa đến các dàn trao đổi nhiệt FCU hoặc AHU. Ở đây nước thu nhiệt của không khí nóng trong phòng, nóng lên đến  $12^{\circ}\text{C}$  và lại được bơm đẩy trở về bình bay hơi để tái làm lạnh xuống  $7^{\circ}\text{C}$ , khép kín vòng tuần hoàn nước lạnh. Đối với hệ thống nước lạnh kín (không có dàn phun) cần thiết phải có thêm bình giãn nở để bù nước trong hệ thống giãn nở khi thay đổi nhiệt độ.

Nếu so sánh về diện tích lắp đặt ta thấy hệ thống có máy làm lạnh nước tốn thêm một diện tích lắp đặt ở tầng dưới cùng. Nếu dùng hệ thống với máy làm lạnh nước giải nhiệt gió hoặc dùng hệ VRV thì có thể sử dụng diện tích đó vào mục đích khác như là gara ôtô chặng hạn.

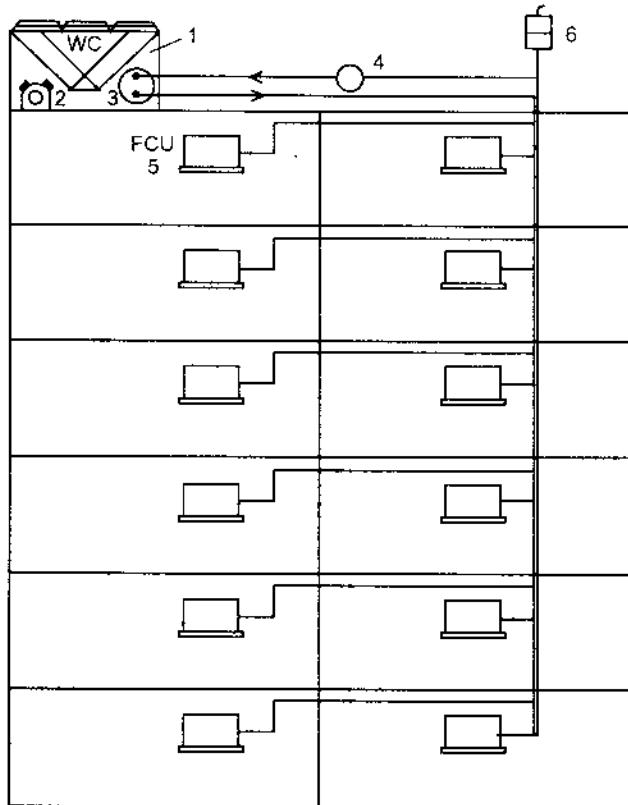


Hình 4-18b. Phương án bố trí hệ thống điều hòa trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước và tháp giải nhiệt (các FCU và AHU có bình giãn nở).

1. máy làm lạnh nước giải nhiệt nước; 2. bơm nước giải nhiệt; 3. tháp giải nhiệt; 4. bơm nước lạnh; 5. FCU; 6. bình giãn nở.

Hệ thống trung tâm nước có các ưu điểm cơ bản sau:

- Có vòng tuần hoàn an toàn là nước nên không sợ ngộ độc hoặc tai nạn do rỉ môi chất lạnh ra ngoài, vì nước tuần hoàn không độc hại.
- Có thể không chế nhiệt ẩm trong gian điều hòa theo từng phòng riêng rẽ, ổn định và duy trì các điều kiện vi khí hậu tốt nhất.
- Thích hợp cho các tòa nhà như các khách sạn, văn phòng với mọi chiều cao và mọi kiểu kiến trúc, không phá vỡ cảnh quan.



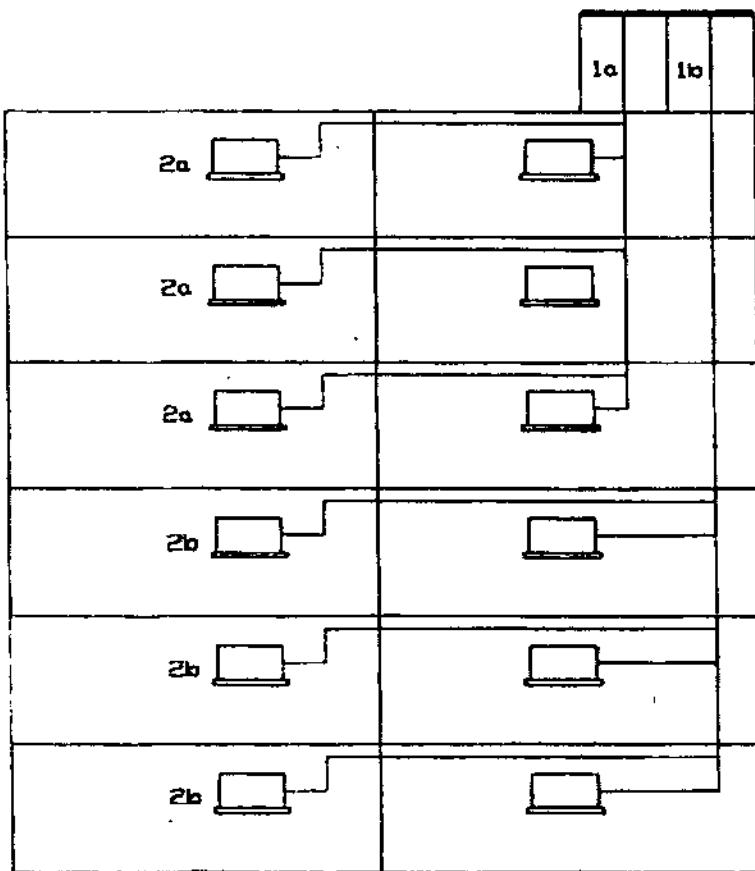
*Hình 4-18c. Phương án bố trí hệ thống điều hòa trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước và tháp giải nhiệt (các FCU và AHU có bình giãn nở).*

1. máy làm lạnh nước giải nhiệt nước; 2. bơm nước giải nhiệt; 3. tháp giải nhiệt; 4. bơm nước lạnh; 5. FCU; 6. bình giãn nở.

- Ống nước nhỏ hơn nhiều so với ống gió do đó tiết kiệm được nguyên vật liệu xây dựng.

- Có khả xử lý độ sạch không khí cao, đáp ứng mọi yêu cầu đề ra cả về độ sạch bụi bẩn, tạp chất hóa học và mùi ...

- Ít phải bảo dưỡng sửa chữa ...
- Năng suất lạnh gần như không bị hạn chế.
- So với hệ thống điều hòa VRV, vòng tuần hoàn môi chất lạnh đơn giản hơn nhiều nên rất dễ kiểm soát.



Hình 4-18d. Phương án bố trí máy điều hòa VRV

1. Cụm dàn nóng; 2. Cụm dàn lạnh bay hơi trực tiếp  
(để so sánh với 4 phương án lắp đặt máy điều hòa trung tâm nước)

Nhược điểm:

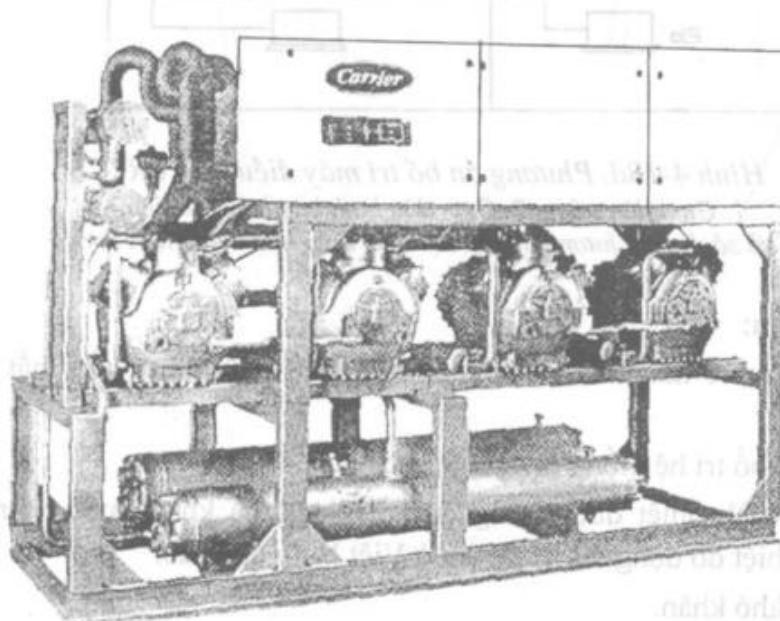
- Vì dùng nước làm chất tải lạnh nên về mặt nhiệt động, tồn thắt exergy lớn hơn ...
- Cần phải bố trí hệ thống lấy gió tươi cho các FCU.
- Vấn đề cách nhiệt đường ống nước lạnh và cả khay nước ngưng khá phức tạp, đặc biệt do đọng ẩm vì độ ẩm ở Việt Nam quá cao.
- Lắp đặt khó khăn.
- Đòi hỏi công nhân vận hành lành nghề.
- Cần định kỳ sửa chữa bảo dưỡng máy lạnh và các dàn FCU.

## 1.2. Máy lạnh nước (Water Chiller)

### a. Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước (Water Cooled Water Chiller)

Bộ phận quan trọng nhất của hệ thống điều hòa trung tâm nước là máy lạnh nước. Căn cứ vào chu trình có thể phân ra máy làm lạnh nước dùng máy nén cơ, dùng máy nén ejector hoặc máy lạnh hấp thụ. Máy lạnh có máy nén cơ cũng lại có thể phân ra nhiều loại khác nhau theo kiểu máy nén như máy nén pittông rôto, trục vít và turbin, kiểu kín, nửa kín hoặc hở... Theo môi chất phân ra máy nén R22, R134a, R404a, R123... Theo cách giải nhiệt ngưng tụ phân ra giải nhiệt nước hoặc giải nhiệt gió ...

Hình 4-29 giới thiệu một tổ máy làm lạnh nước có 4 máy nén pittông, giải nhiệt nước của hãng Carrier (Mỹ). Máy gồm 2 bình ngưng lắp phía dưới, 4 máy nén lắp ở giữa và một bình bay hơi lắp ở phía trên trong một hệ thống khung đỡ. Máy là một tổ hợp hoàn chỉnh nguyên cụm. Tất cả mọi công tác lắp ráp, thử bền, thử kín, nạp gas được tiến hành tại nhà chế tạo nên chất lượng rất cao. Người sử dụng chỉ cần nối với hệ thống nước giải nhiệt và hệ thống nước lạnh là máy có thể vận hành được ngay.



Hình 4-19. Máy lạnh nước giải nhiệt nước, máy nén pittông  
kiểu 30HT 091-195 của Carrier

Để tiết kiệm nước giải nhiệt người ta sử dụng nước tuần hoàn với bơm và tháp giải nhiệt nước. Việc lắp nhiều máy nén trong một cụm máy có ưu điểm:

- Dễ dàng điều chỉnh năng suất lạnh theo nhiều bậc.
- Trường hợp hỏng 1 máy vẫn có thể cho các máy khác hoạt động trong khi tiến hành sửa chữa máy hỏng.
- Các máy có thể khởi động từng chiếc tránh dòng khởi động quá lớn.

Bảng 4-15 đến 4-17 giới thiệu đặc tính một số máy làm lạnh nước của hãng Carrier, máy nén pittông, trực vít và turbin, môi chất R22, R134a, R407 và R123.

Bảng 4-15

Đặc tính kỹ thuật một số máy làm lạnh nước của carrier, máy nén pittông môi chất R22, R134a, R407 (năng suất lạnh  $Q_0$ , nhiệt  $Q_k$  và công suất hữu ích  $N_0$  tính theo nhiệt độ nước vào  $12^\circ\text{C}$  ra  $7^\circ\text{C}$  ở bình bay hơi và nhiệt độ nước vào  $30^\circ\text{C}$  ra  $35^\circ\text{C}$  ở bình ngưng, điện 50Hz)

Kiểu máy	$Q_0$ kW	$Q_k$ kW	$N_0$ kW	Lượng nạp môi chất, kg	Môi chất lạnh	Số máy nén	Bậc điều chỉnh	Khối lượng kg	Ghi chú
30HK040	114	146	31,6	27	R22	1	3	960	Toyo Carrier kiểu pittông
50	153	195	42,9	18 x 2		2	4	1.270	
30HK060	184	230	45,8	21 x 2		2	4	1.400	
30HK080	228	291	63,2	26 x 2		2	4	1.720	
30HK0100	320	377	75,1	24 + 42		3	4	2.320	
30HK0120	343	438	94,8	24 + 54		3	4	2.450	
30HT091	248,4	306,6	61,3	33,5 + 16,5	R22	3	6	2.020	30HQ là bơm nhiệt 30HW là loại giàn ngưng đất xã của Carrier France kiểu pittông
30HT101	290,9	356,0	68,6	25,5 + 25,5		4	8	2.350	
30HT111	323,0	395,5	76,5	30 + 25,5		4	8	2.440	
30HT121	340,2	418,0	81,9	30 + 30		4	8	2.490	
30HT141	402,6	495,7	89,0	34 + 34		4	8	2.710	
30HT161	446,0	555,7	115,4	37,5 + 37,5		4	8	2.810	
30HT195	577,0	713,8	145,0	48 + 41,5		5	5	3.480	
30HT225	676,6	842,1	174,1	48 + 48		6	6	3.780	
30HT250	781,0	976,2	205,4	46 + 45		7	7	4.440	
30HT280	852,0	1.072	231,5	56 + 56		8	8	4.870	

Kiểu máy	$O_0$ kW	$Q_k$ kW	$N_0$ kW	Lượng nạp môi chất, kg	Môi chất lạnh	Số máy nén	Bậc điều chỉnh	Khối lượng kg	Ghi chú
30HT260	871,6	1059,1	197	73,72		4	4 (8)	9980	
30HT290	958,1	1169,0	222	83,82	R22	5	5 (10)	8469	
30HT320	1029,4	1265,6	244	83,75		5	5 (10)	6524	
30HT370	1233,2	1512,3	294	92,92		6	6 (12)	7820	
3HG036	67,9	85,8	18,4				2	730	
3HG065	136,8	172,5	37,7				4	1.296	
3HG091	193,9	245,5	54,3				6	2.060	
3HG121	276,3	346,5	73,9				11	2.560	
3HG195	368,4	456,9	93,1				5	3.480	Maynon
3HG225	436,8	542,6	111,4		R134		6	4.368	kiểu pittông
3HG250	493,7	615,8	128,5				7	4.798	*
3HG280	552,2	691,8	146,9				8	6.355	
3HG320	680,3	833,1	150,8				5 (10)	7.284	
3HG370	821,5	1005,5	193,6				6 (12)		
30HZ018	56,4		14,8	15			2	582	
30HZ024	73,1		20,8	17,2			2	605	
30HZ027	80,2		23,8	18,6			2	654	
30HZ036	105,0		32,7	19,2			2	586	
30HZ043	134,0		38,7	32,4	R407C		4	1.075	
30HZ052	153,8		46,5	33,5			4	1.165	
30HZ085	199,1		64,7	37,1			4	1.232	
30HZ091	231,1		65,9	57,5			6	2.020	
30HZ101	270,4		74,1	58,0			8	2.350	
30HZ111	300,0		82,5	63,0			8	2.440	

Bảng 4-16

Thông số kỹ thuật một số máy làm lạnh nước, giải nhiệt nước  
(máy nén trực vit kiểu 23XL, môi chất R22, điện áp 346 và 400V  
năng suất lạnh 460-1012 kW của Carrier)

Z3XL										
Năng suất lạnh	kW	460	530	580	670	720	805	880	950	1012
Kiểu máy nén	*	C2	C4	C4	C6	C6	D4	D4	D6	D6
Khối lượng	kg	4512	4512	4649	4943	5079	9036	9290	9036	9290
Lượng nạp R22	kg	272	272	294	317	340	408	454	408	454

Bảng 4-17

Thông số kỹ thuật một số máy làm lạnh nước, giải nhiệt nước (máy nén tuabin, môi chất R134a, kiểu 19EX, 19 và 17 của Carrier)

Loại máy 19EX		4141	4242	4343	4545	4646	4747
Năng suất lạnh	kW	3870	4220	4570	4700	4820	4920
Cơ khung	*	3	3	3	4	4	4
Khối lượng	kg	258000	26300	25800	30500	31200	31900

Loại máy 19		19EF2626	16EF5626	19FA6032	19FA6032L
Năng suất lạnh	kW	2.990	3.520	7.030	7.740
Khối lượng	kg	19.600	22.000	41.200	44.80

Loại máy 17		14FA60 32	17FA60 32L	17DA 7-6767	17DA 7-7575	17DA 8-8383	17da 8-8787
Năng suất lạnh	kW	7.030	7.740	10.550	14.060	17.585	21.100
Khối lượng	kg	44.200	47.800	40.400	52.500	70.500	84.600

b. Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió (air cooled water chiller)

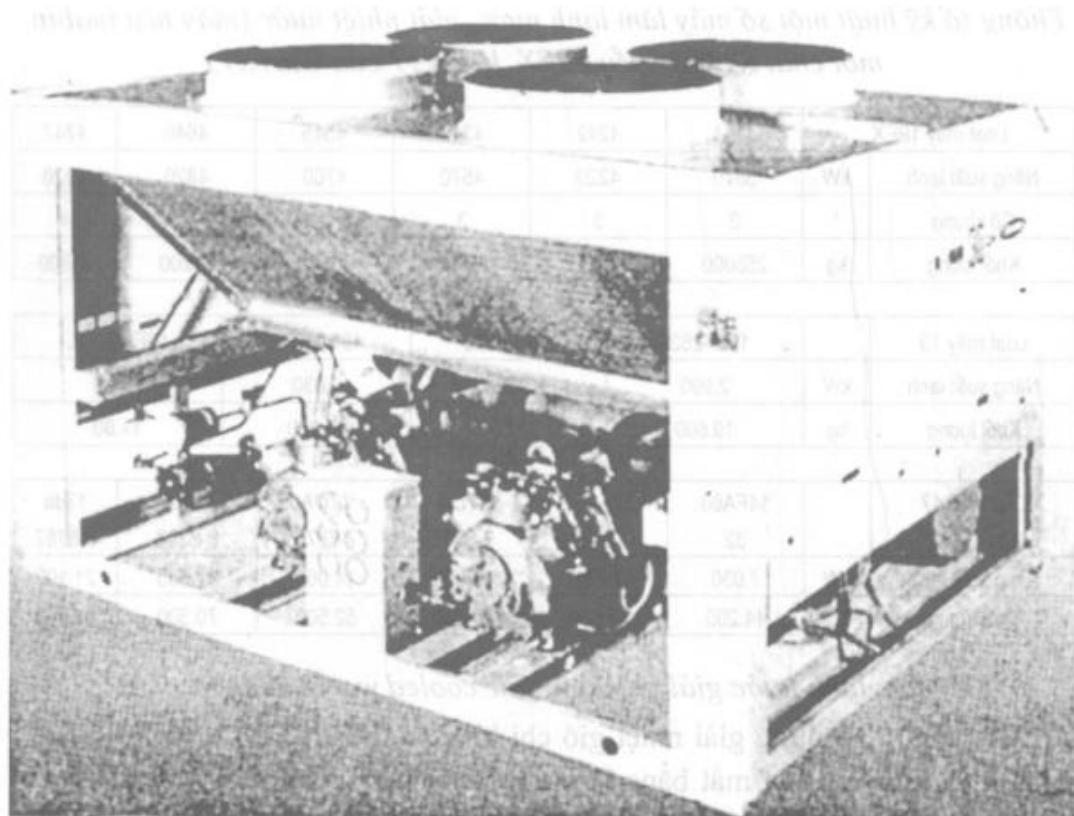
Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió chỉ khác máy làm lạnh nước giải nhiệt nước ở dàn ngưng làm mát bằng không khí. Do khả năng trao đổi nhiệt của dàn ngưng giải nhiệt gió kém nên diện tích của dàn lớn, cồng kềnh làm cho năng suất lạnh của một tổ máy nhỏ hơn so với máy giải nhiệt nước. Máy nén thường là loại pittông, môi chất là R22, R134a, R407c, hình 4-24 giới thiệu một máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier.

Các máy lạnh giải nhiệt gió của Carrier, máy nén pittông môi chất R134a có kí hiệu 30GG gồm 8 loại 30GG045, 085, 120, 145, 170, 190, 220 và 245 với năng suất lạnh tương ứng ở nhiệt độ nước vào 12,3°C ra 6,7°C, nhiệt độ không khí vào 35°C là 116,5; 200,0; 262,5; 334,6; 395,9; 457,5; 503,1 và 523,6 kW.

Với môi chất R407c dàn nóng là loại có lắp thêm ống gió có năng suất lạnh từ 50÷190kW gồm 7 loại kí hiệu 30GV020 đến 059 và loại truyền thống kí hiệu 30GZ 090-100 với 14 dải năng suất lạnh từ 21,5 đến 330,2 kW.

Môi chất R22 vẫn là loại môi chất có nhiều chủng loại máy nhất với năng suất lạnh từ nhỏ (21kW) đến lớn (1317,5kW).

Bảng 4-18 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của một số loại máy này.



Hình 4.20: Một máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier.

Bảng 4-18

Đặc tính kỹ thuật một số máy làm lạnh nước giải nhiệt gió, máy nén pittông, môi chất R22 của hãng Carrier (năng suất tính theo nhiệt độ nước vào  $12,3^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ nước ra  $6,7^{\circ}\text{C}$  nhiệt độ không khí vào  $35^{\circ}\text{C}$ , điện  $50\text{Hz}$ )

Kiểu 30GH	Năng suất lạnh kW	Công suất hưu ích kW	Lượng nạp R22, kg	Số máy nén	Bậc điều chỉnh Q	Khối lượng vận hành, kg	Ghi chú
30GH009	21,0	7,6	5,0	1	1	265	
30GH013	32,0	13,0	8,0	1	1	283	
30GH015	40,0	12,3	9,2	2	2	400	
30GH020	51,8	16,9	13,0	2	2	460	
30GH025	64,2	22,9	13,3	2	2	510	
30GH030	73,8	24,5	14,5	2	2	682	
30GH035	93,2	35,3	15,7	2	2	725	
30GH040	106,5	34,0	30,0	2	4	1380	
30GH045	124,0	46,7	30,0	2	4	1445	
30GH050	155,1	49,7	34,4	2	4	1710	1 chu trình

30GH060	198,4	71,6	39,0	2	4	1780	
30GH085	254	87	55	3	6	3012	
30GH095	299	108	61	3	6	3067	
30GH100	343	125	62	4	4	3439	
30GH120	395	137	78	4	4	3884	
30GH130	437	158	85	5	5	4330	1 chu trình
30GH145	456	165	85	5	5	4.452	
30GH150	498	183	97	5	5	5.010	
30GH160	515	180	113	5	5	5.172	
30GH170	560	201	115	6	6	5.592	
30GH190	630	230	123	7	7	6.442	
30GH220	723	268	126	8	8	6.742	
30GH245	797	277	142	8	8	7.992	
30GH230	874,0	306,2	192 + 84	5	5	8.938	2 chu trình
30GH300	965,1	385,4	84 + 84	6	6	9.224	
30GH340	1081,4	376,9	130 + 130	6	6	10.782	
30GH380	1248,6	510,7	130 + 130	8	8	11.840	
30GH400	1317,5	498,5	155 + 155	8	8	12.728	

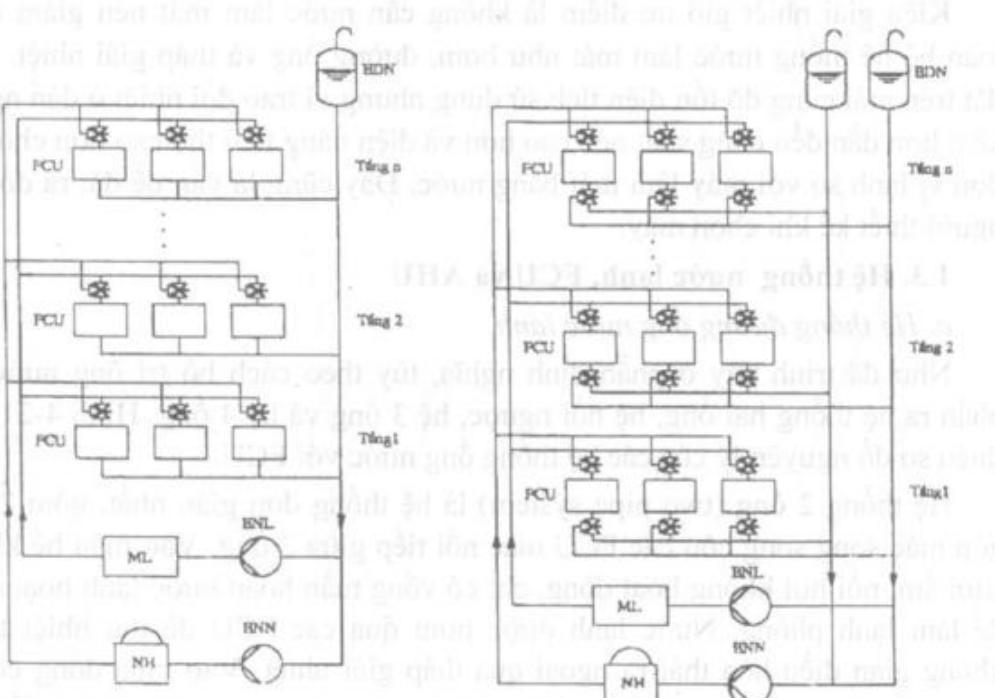
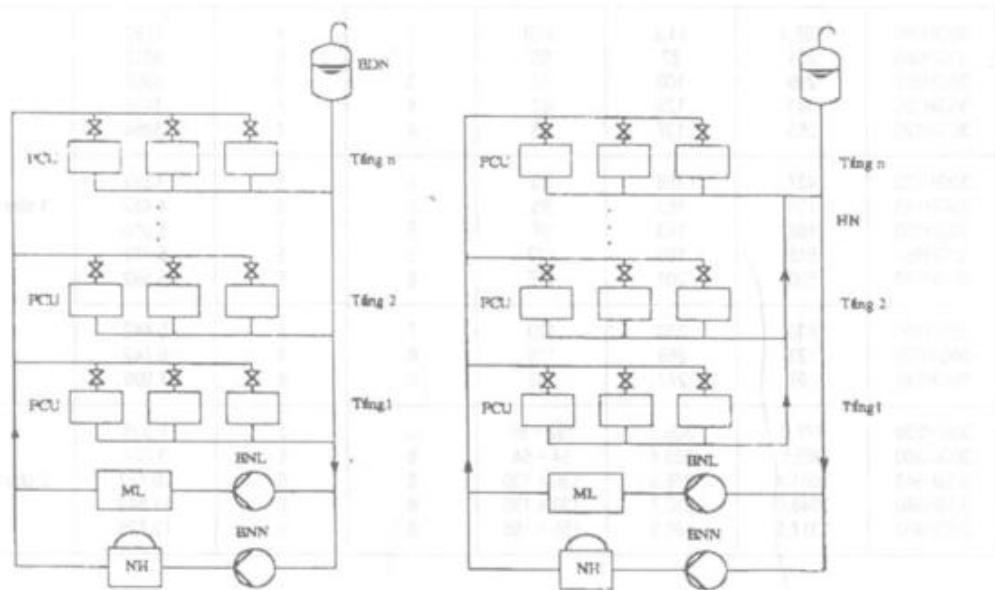
Kiểu giải nhiệt gió ưu điểm là không cần nước làm mát nên giảm được toàn bộ hệ thống nước làm mát như bơm, đường ống và tháp giải nhiệt. Máy đặt trên mái cũng đỡ tốn diện tích sử dụng nhưng vì trao đổi nhiệt ở dàn ngưng kém hơn dẫn đến công suất nén cao hơn và điện năng tiêu thụ cao hơn cho một đơn vị lạnh so với máy làm mát bằng nước. Đây cũng là vấn đề đặt ra đối với người thiết kế khi chọn máy.

### 1.3. Hệ thống nước lạnh, FCU và AHU

#### a. Hệ thống đường ống nước lạnh

Như đã trình bày ở phần định nghĩa, tùy theo cách bố trí ống nước mà phân ra hệ thống hai ống, hệ hồi ngược, hệ 3 ống và hệ 4 ống. Hình 4-21 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của các hệ thống ống nước với FCU.

Hệ thống 2 ống (two pipe system) là hệ thống đơn giản nhất, gồm 2 ống góp mắc song song còn các FCU mắc nối tiếp giữa 2 ống. Vào mùa hè không sưởi ấm, nồi hơi không hoạt động, chỉ có vòng tuần hoàn nước lạnh hoạt động để làm lạnh phòng. Nước lạnh được bơm qua các FCU để thu nhiệt trong không gian điều hòa thải ra ngoài qua tháp giải nhiệt. Vào mùa đông chỉ có vòng tuần hoàn nước nóng hoạt động. Nước nóng được bơm từ nồi hơi đến cấp nhiệt cho các dàn FCU để sưởi phòng. Hệ thống này có ưu điểm là đơn giản, chi phí vật liệu nhỏ rẻ tiền nhưng có nhược điểm lớn là khó cân bằng áp suất bơm giữa các dàn vì nước có xu hướng chỉ đi tắt qua các dàn đặt gần. Ở đây cần đặt các van điều chỉnh để cân bằng áp suất, chia đều nước cho các dàn.



Hình 4.21. Các hệ thống ống nước và FCU:

- a) Hệ 2 ống; b) Hệ hồi ngược; c) hệ 3 ống; d) Hệ 4 ống; ML - máy làm lạnh nước; NH - nồi hơi đun nước nóng sưởi mùa đông; FCU - dàn trao đổi nhiệt; BNL - bơm nước lạnh; BNN - bơm nước nóng; V - van điện từ 2 và 3 ngà; HN - ống hồi ngược

- Cũng do khó cân bằng áp suất nên người ta cải tiến hệ 2 ống thành hệ hồi ngược (reverse return system). Ở đây bố trí thêm một ống hồi ngược nên đảm bảo cân bằng áp suất tự nhiên trong toàn bộ các dàn vì tổng chiều dài đường ống qua các dàn là bằng nhau (hình 4-21b). Tuy nhiên nhược điểm của hệ thống này là tốn thêm đường ống, giá thành cao hơn.

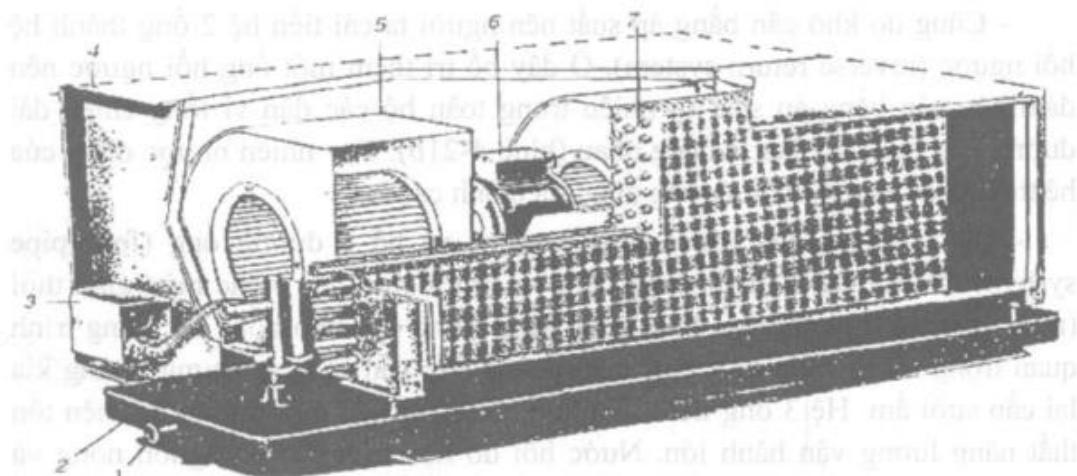
- Hệ 3 đường ống (three pipe system) và hệ 4 đường ống (four pipe system) nhằm mục đích sử dụng lạnh và sưởi đồng thời ở các mùa giao thời (mùa xuân và thu) cho các khách sạn sang trọng 4, 5 sao hoặc các công trình quan trọng trong cùng một thời gian phòng này cần là lạnh nhưng phòng kia lại cần sưởi ấm. Hệ 3 ống tiết kiệm hơn nhưng chỉ có một đường hồi nên tốn thất năng lượng vận hành lớn. Nước hồi do hòa trộn của cả nguồn nóng và nguồn lạnh sẽ làm cho cả máy lạnh cũng như nồi hơi đều phải làm việc với công suất lớn hơn. Hệ 4 đường ống tiêu tốn nhiều vật liệu hơn nhưng lại loại trừ được nhược điểm vận hành của hệ 3 ống vì có hai đường ống riêng rẽ.

Đối với các vùng không có mùa đông hoặc mùa đông ngắn thì người ta chỉ sử dụng hệ 2 ống hoặc hệ hồi ngược và sử dụng điện trở mắc trong FCU và AHU để sưởi cho mùa đông nếu cần. Khi tòa nhà có độ cao từ 6 đến 7 tầng trở lên nên sử dụng hệ hồi ngược.

#### b. FCU (Fan Coil Unit)

Các FCU là các dàn trao đổi nhiệt ống xoắn có quạt, nước lạnh (hoặc nước nóng) chảy phía trong ống xoắn, không khí đi phía ngoài. Để tăng cường độ trao đổi nhiệt phía không khí, người ta bố trí cánh tản nhiệt bằng nhôm với bước cánh khoảng  $0,8 \div 3\text{mm}$ . Giống như dàn bay hơi, FCU cũng có rất nhiều loại như treo tường, tủ tường, đặt sàn, giấu tường, treo trần và giấu trần nhưng thông dụng nhất vẫn là loại treo trần và loại giấu trần. Loại giấu trần cũng chia ra làm nhiều loại khác nhau, căn cứ vào cột áp quạt chia ra loại cột áp thấp với đường gió ngắn hoặc không có ống gió. Loại cột áp cao với đường ống gió dài. Theo hàng ống chia ra loại 2, 3 và 4 hàng ống ...

Hình 4-22 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của một FCU giấu trần. Các bộ phận chính của FCU là dàn ống nước lạnh và quạt để thổi cường bức không khí trong phòng từ phía sau qua dàn ống trao đổi nhiệt. Dưới dàn bố trí máng hứng nước ngưng. Để đảm bảo áp suất gió phân phối qua ống gió và miệng thổi, các FCU thường được trang bị quạt lị tâm. FCU có ưu điểm gọn nhẹ dễ bố trí nhưng cũng có nhược điểm là không có cửa lấy gió tươi nếu cần phải bố trí hệ thống gió tươi riêng.



Hình 4.22: Nguyên tắc cấu tạo của một FCU giấu trần: *tùa gác*

1. ống thoát nước;
2. máng hứng nước ngưng;
3. hộp đấu điện;
4. vỏ FCU;
5. quạt;
6. động cơ quạt;
7. dàn ống nước lạnh.

Bảng 4-19 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số dàn FCU giấu trần cột áp thấp và cao của hãng Carrier.

Bảng 4-19

Đặc tính kỹ thuật của một số FCU giấu trần kiểu 42 CMA của hãng Carrier (năng suất lạnh tính theo nhiệt độ nước vào dàn  $7^{\circ}\text{C}$  và nhiệt độ phòng  $t_T = 26^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{Tr} = 19,5^{\circ}\text{C}$  ( $\varphi = 55\%$ ))

Kiểu 43CMA	Lưu lượng nước l/s	Tổn thất áp suất nước kPa	Năng suất lạnh, W		Lưu lượng gió HiFan, $\text{m}^3/\text{h}$	Khối lượng kg	Ghi chú
			Hiện	Tổng			
002	0,07	4,5	1,185	1,500	441	16,4	Điện áp 220V 1 pha 50 Hz; các chữ cài xen giữa ký hiệu 42CMA và chữ số 002 - 012 ví dụ: 42CMA - A 0 002 có nghĩa: A: 3 hàng 12 ống cột áp thấp
	0,09	4,9	1,295	1,756			
	0,12	7,2	1,365	1,936			
	0,14	9,2	1,369	2,064			
003	0,10	6,9	2,003	2,841	595	17,1	A: 3 hàng 12 ống cột áp cao
	0,13	10,8	2,121	3,091			
	0,17	14,0	2,220	3,321			
	0,20	20,3	2,265	3,415			
004	0,13	10,8	2,513	3,194	685	17,1	A: 3 hàng 12 ống cột áp cao
	0,18	17,6	2,610	3,805			
	0,23	26,1	2,707	3,912			
	0,28	36,4	2,803	4,146			

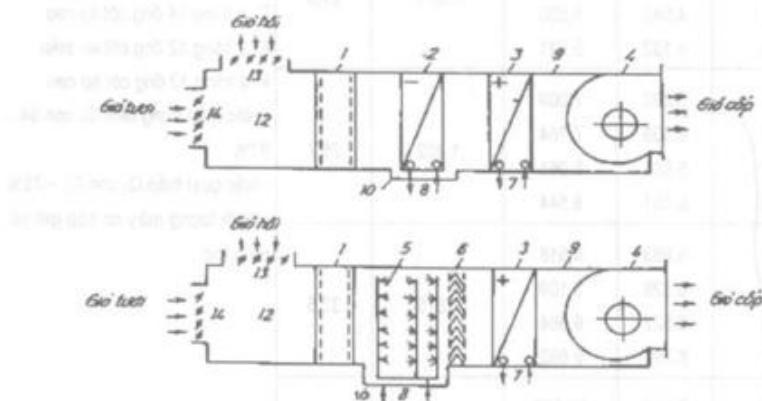
006	0,20	11,0	3,824	4,870	1.071	21,9	B: 3 hàng 12 ống cột áp cao
	0,25	15,4	3,951	5,386			C: 4 hàng 14 ống cột áp thấp
	0,30	20,1	4,042	5,590			D: 4 hàng 14 ống cột áp cao
	0,35	26,6	4,132	5,921			E: 2 hàng 12 ống cột áp thấp
008	0,27	21,1	5,292	7,009	1.402	25,7	F: 2 hàng 12 ống cột áp cao
	0,37	33,2	5,509	7,764			- Nâng quạt trung bình $Q_0$ còn $84 \div 87\%$
	0,47	54,7	5,654	8,061			- Nâng quạt thấp $Q_0$ còn $72 \div 75\%$
	0,57	71,6	5,751	8,544			- Khối lượng máy có hộp gió và phin lọc
010	0,33	39,8	5,883	8,518	1.675	32,5	
	0,43	51,8	6,326	9,109			
	0,53	73,5	6,522	9,364			
	0,63	91,7	6,794	9,692			
012	0,40	43,5	7,829	10,462	2.014	35,8	
	0,50	77,8	8,119	11,187			
	0,60	99,8	8,228	11,501			
	0,70	123,0	8,372	11,904			

### c. Các buồng xử lý không khí AHU (Air Handling Unit)

Giống như FCU cũng là các dàn trao đổi nhiệt nhưng có năng suất lạnh lớn hơn để sử dụng cho các phòng ăn, sảnh, hội trường, phòng khách..., có cửa lấy gió tươi (đây là ưu điểm so với FCU), có các bộ phận lọc khí, rửa khí, gia nhiệt để có thể điều chỉnh và khống chế chính xác nhiệt độ cũng như độ ẩm tương đối của không khí thổi vào phòng. AHU có quạt lì tâm cột áp cao để có thể lắp với hệ thống ống gió lớn. Một khác biệt cơ bản nữa là AHU có loại khô như FCU nhưng có loại ướt, loại có dàn phun nước lạnh trực tiếp vào không khí (còn gọi kiều hở) để làm lạnh và rửa khí.

Tùy theo đặc điểm cấu tạo và hoạt động, AHU cũng được phân ra nhiều loại khác nhau. Trước hết AHU được phân ra kiều khô và kiều ướt. Kiều khô là nước và không khí trao đổi nhiệt qua dàn ống có cánh, còn kiều ướt là không khí và nước lạnh trao đổi nhiệt ẩm trực tiếp khi phun nước lạnh vào không khí. Hệ điều hòa có dùng FCU và AHU kiều khô còn được gọi là hệ nước kín có bình dân nở. Hệ điều hòa dùng AHU kiều ướt còn được gọi là hệ nước hở không có bình dân nở. Theo hình dạng chia ra kiều đứng và kiều nằm ngang. Căn cứ vào dàn lạnh gia nhiệt có loại sử dụng dàn ống nước nóng hoặc dàn sưởi điện trở, căn cứ vào áp suất có loại áp suất thấp, áp suất cao, 1 quạt hoặc 2 quạt...

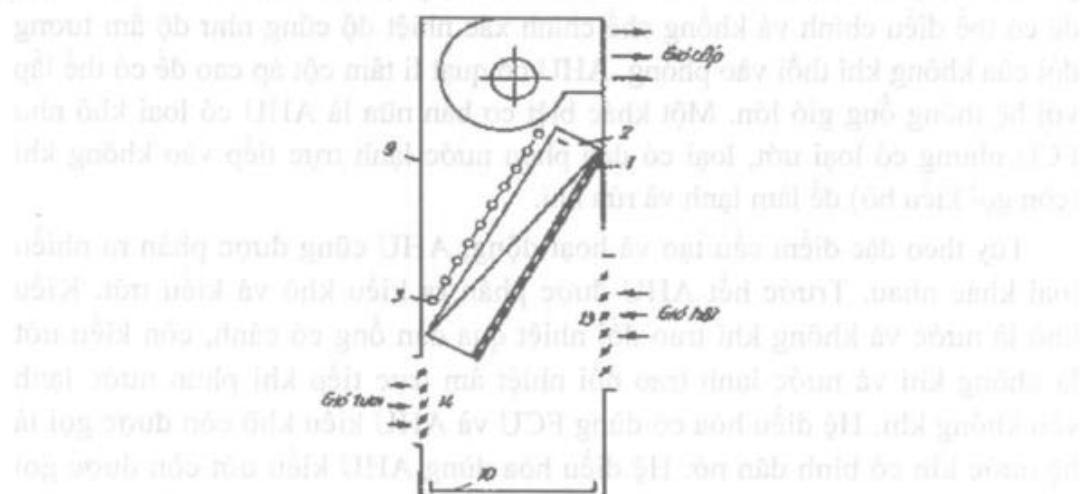
Hình 4-23 giới thiệu sơ đồ nguyên lý cấu tạo của AHU kiểu nằm ngang có dàn lạnh khô và dàn phun (ướt).



Hình 4.23: Nguyên lý cấu tạo của AHU kiểu nằm ngang:

- a) có dàn lạnh khô và b) có dàn phun kiểu ướt: 1. phin lọc gió; 2. dàn làm lạnh; 3. dàn sưởi; 4. quạt lõi tâm; 5. dàn phun nước lạnh; 6. tấm chắn nước; 7. ống cấp nước nóng; 8. ống cấp nước lạnh; 9. vỏ cách nhiệt; 10. máy hiêng nước; 11. bể nước; 12. buồng hòa trộn gió tươi và gió hồi; 13. van điều chỉnh gió hồi; 14. van điều chỉnh gió tươi.

Hình 4-24 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của một AHU đặt đứng dùng dàn lạnh kiểu khô.



Hình 4.24: Nguyên tắc cấu tạo của một AHU đặt đứng dùng dàn lạnh kiểu khô:

1. phin lọc gió;
2. dàn lạnh kiểu khô;
3. dàn sưởi;
4. quạt lõi tâm;
9. vỏ cách nhiệt kiểu tủ;
10. van điều chỉnh gió tươi;
11. van điều chỉnh gió hồi;
12. van điều chỉnh gió tươi;

Bảng 4-20 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số AHU cỡ nhỏ kiểu tủ đứng và kiểu treo trần của Toyo Carrier trong đó 40CV và 40HW là loại treo trần, 40RW là loại tủ đứng có ống gió, 40SW là loại tủ đứng không có ống gió (free blow).

#### 1.4. Hệ thống nước giải nhiệt

Hệ thống nước giải nhiệt gồm có tháp giải nhiệt (cooling tower), bơm nước giải nhiệt và hệ thống đường ống nước tuần hoàn từ bình ngưng tới tháp và ngược lại.

Bảng 4.20

*Đặc tính kỹ thuật của một số AHU cỡ nhỏ kiểu 40HW, RW và SW (năng suất lạnh tính theo nhiệt độ nước lạnh vào 7°C và nhiệt độ không khí vào  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{Tr} = 19,5^\circ\text{C}$  và năng suất sưởi tính theo nhiệt độ nước vào 60°C và không khí vào 18°C) lưu lượng nước trung bình và lưu lượng gió tối đa (Hi)*

Kiểu AHU	Lưu lượng gió, l/s	Lưu lượng nước nóng và lạnh, l/s	Năng suất lạnh, kW	Năng suất nhiệt, kW	Động cơ quạt, kW	Khối lượng máy + dàn sưởi, kg
40CW 003	470	0.5	11,5	18,2	0,18	39 + 11
40CW 004	620	0.67	15,4	25,3	0,32	47 + 15
40CW 005	920	1.25	25,3	38,7	0,40	58 20
40HW, RW, SW 008	1.670	1.83	40,0	58,1	0,75 (1,5)	117 + 17
40HW, RW, SW 012	2.080	1.67	43,1	73,8	1,5 (2,2)	156 + 22
40HW, RW 016	2.870	2.50	60,7	102	2,2 (3,7)	190 + 29
40HW, RW 024	3.830	3.30	83,1	141	3,7 (5,5)	255 + 33
40HW, RW 028	4.800	4,17	107	187	3,7 (5,5)	330 + 40
40HW, RW 034	5.770	5,00	127	229	5,5 (7,5)	450 + 47
40HW, RW 044	7.670	6,67	165	304	7,5 (11)	570 + 62
40HW, RW, SW 008HE	1.670	1.25	38,6	69,8	0,75 (1,5)	145 + 15
40HW, RW, SW 012HE	2.080	1,67	49,9	89,7	1,5 (2,2)	180 + 19
40HW, RW 016 HE	2.870	2.50	74,0	127,4	2,2 (3,7)	220 + 28

Về nguyên tắc, hệ thống điều hòa trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước có thể sử dụng nước giếng hoặc nước thành phố một lần không tái tuần hoàn nhưng xu hướng sử dụng nước tái tuần hoàn với tháp giải nhiệt là rất lớn vì các ưu điểm cơ bản của tháp giải nhiệt như sau:

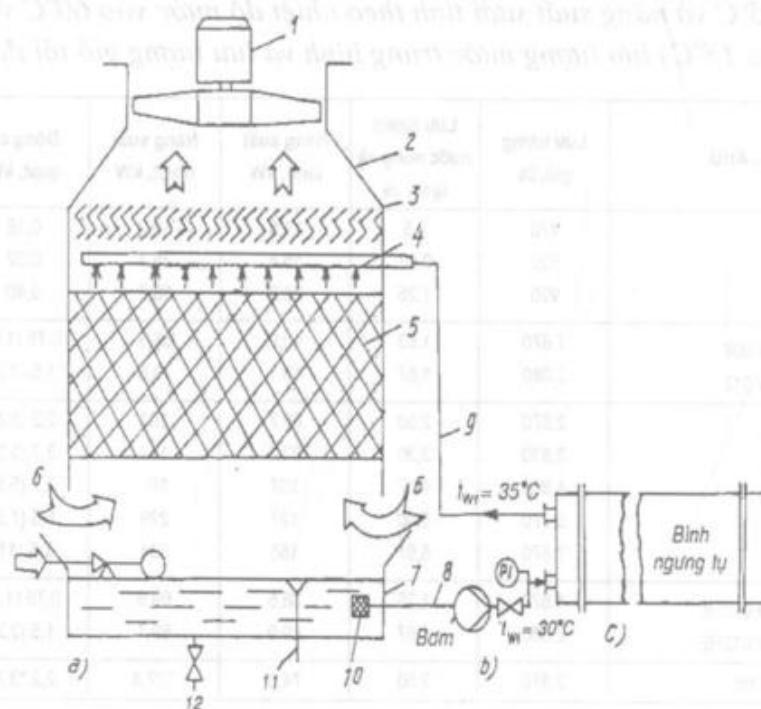
- Nước càng ngày càng khan hiếm và được tiết kiệm tối mức tối đa mà tháp giải nhiệt có khả năng tiết kiệm nước cao.

- Các dàn ngưng tụ kiểu tưới và dàn ngưng tụ bay hơi tỏa ra kém hiệu quả, công kẽm và thiếu tính sản xuất hàng loạt.

- Các tổ hợp máy làm lạnh nước giải nhiệt gió rất công kẽm và không thể ứng dụng cho các máy lạnh công suất lớn và rất lớn do điều kiện vận chuyển về chuyên chở.

Một lý do khác nữa là tháp giải nhiệt đã có hiệu quả rất cao, kích thước gọn nhẹ, hình thức đẹp, chịu được mưa nắng, độ tin cậy cao, tuổi thọ lớn do áp dụng được các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới nhất, thích hợp với việc lắp đặt trên tầng thượng tòa nhà.

Hình 4-25 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của tháp giải nhiệt thường dùng trong hệ thống điều hòa trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước.



Hình 4.25: Nguyên tắc cấu tạo của tháp giải nhiệt:

a) tháp giải nhiệt; b) bơm nước tuần hoàn; c) bình ngưng tụ của máy lạnh;

1. động cơ quạt gió; 2. vỏ tháp; 3. chắn bụi nước; 4. dàn phun nước; 5. khồi đệm; 6. cửa không khí vào; 7. bể nước; 8. đường nước lạnh cấp để làm mát bình ngưng; 9. đường nước nóng từ bình ngưng ra đưa vào dàn phun để làm mát xuống nhờ không khí đi ngược chiều từ dưới lên; 10. phin lọc nước; 11. phễu chảy tràn; 12. van xả đáy; 13. đường nước cấp với van phao; PI – áp kế (pressure indicator)

Tháp giải nhiệt biếu diễn trên hình vẽ gồm một vỏ bao hình trụ đứng 2, quạt gió hướng trực 1, dàn phun nước 4, khói đệm 5, cửa gió vào 6, bể nước 7. Nước phun đều lên khói đệm và chảy từ trên xuống. Gió đi từ dưới lên trên. Khói đệm là một băng nhựa dập sóng cuộn tròn có bề mặt trao đổi nhiệt rất rộng, tăng cường hiệu quả trao đổi nhiệt ẩm giữa nước và không khí. Bộ chắn bụi nước 3 dùng để chắn các bụi nước cuốn theo gió tồn thắt ra ngoài. Nước đi qua tháp giải nhiệt giảm nhiệt độ khoảng từ 4 đến 6°C tùy theo điều kiện trao đổi nhiệt giữa gió và nước trong tháp.

Phân tích chọn tháp giải nhiệt trong chương 5.

## 2. Tính chọn các thiết bị của hệ thống ĐHKK làm lạnh nước tập trung

### 2.1. Chọn máy làm lạnh nước giải nhiệt nước

Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước (water cooled water chiller) thường có năng suất lạnh tiêu chuẩn (danh định) ở chế độ nhiệt độ như sau:

- Nhiệt độ nước lạnh vào và ra khỏi bình bay hơi:

$$t_{11} = 12^{\circ}\text{C}, t_{12} = 7^{\circ}\text{C};$$

- Nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình ngưng:

$$t_{w1} = 30^{\circ}\text{C}, t_{w2} = 35^{\circ}\text{C}.$$

Một số nhà sản xuất chọn nước vào bình ngưng là 29,5°C, ra 35°C.

Nhưng nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra phụ thuộc vào khí hậu của địa phương nơi lắp đặt máy. Hơn nữa, tùy thuộc vào độ đậm bão mức độ quan trọng của công trình người ta có thể chọn nhiệt độ nước vào và ra khác nhau. Ví dụ, điều hòa cấp 3 ở Hà Nội, nước vào phải chọn là 31,5°C ra 36,5°C, nhưng với điều hòa cấp 1 lại phải chọn vào 39,5°C ra 44,54°C.

Nhiệt độ nước lạnh cũng phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm trong nhà cũng như khả năng trao đổi nhiệt ẩm của dàn FCU và AHU.

Cũng giống như các máy điều hòa khác, năng suất lạnh của máy làm lạnh nước giải nhiệt nước cũng phụ thuộc vào nhiệt độ nước lạnh và nước giải nhiệt. Nhiệt độ nước lạnh càng thấp, năng suất lạnh càng giảm và ngược lại. Nhiệt độ nước làm mát càng cao, năng suất lạnh cũng càng giảm và ngược lại, nhiệt độ nước làm mát càng thấp, năng suất lạnh càng cao. Việc chọn nhiệt độ nước lạnh và nhiệt độ nước giải nhiệt sao cho hợp lý và tối ưu để giá thành một đơn vị lạnh là nhỏ nhất là công việc của kỹ sư thiết kế hệ thống ĐHKK.

Bảng 4-21 giới thiệu giá trị năng suất lạnh ở bình bay hơi và năng suất nhiệt thải ra ở bình ngưng cũng như công suất tiêu tốn trên trục động cơ phụ thuộc vào nhiệt độ nước lạnh ra và nhiệt độ nước làm mát ra của 3 loại máy làm lạnh nước giải nhiệt nước 30HK-080, -100 và -120 của hãng Carrier ở nguồn điện 50Hz. Có thể dùng phương pháp nội suy để tìm các giá trị khác. Khi chỉ có năng suất tiêu chuẩn có thể áp dụng các phương pháp đã giới thiệu ở các mục trên để tính năng suất lạnh thực.

Bảng 4-21

*Năng suất lạnh  $Q_0$ , năng suất nhiệt  $Q_k$  và công suất hiệu dụng  $N_e$ , phụ thuộc nước lạnh và nước làm mát ra, nguồn điện 50Hz*

30HK-080

Nhiệt độ nước lạnh ra $^{\circ}\text{C}$			Nhiệt độ nước giải nhiệt ra, $^{\circ}\text{C}$				
			30	35	37	40	45
5	$Q_0$	kW	226	213	208	200	188
	$Q_k$	kW	283	274	271	265	255
	$N_e$	kW	57,8	61,5	62,9	64,9	68,2
7	$Q_0$	kW	242	228	223	215	202
	$Q_k$	kW	301	291	288	282	273
	$N_e$	kW	59,3	63,2	64,7	66,9	70,4
10	$Q_0$	kW	286	253	247	238	224
	$Q_k$	kW	329	319	315	308	298
	$N_e$	kW	61,4	65,8	67,5	69,9	73,8
12	$Q_0$	kW	285	270	264	255	240
	$Q_k$	kW	348	337	333	327	316
	$N_e$	kW	62,9	67,5	69,3	71,9	76,1
15	$Q_0$	kW	313	297	290	280	264
	$Q_k$	kW	379	367	363	355	344
	$N_e$	kW	65,1	70,2	72,2	75,0	79,6

30HK - 100

Nhiệt độ nước lạnh ra $^{\circ}\text{C}$			Nhiệt độ nước giải nhiệt ra, $^{\circ}\text{C}$				
			30	35	37	40	45
5	$Q_0$	kW	299	281	274	263	245
	$Q_k$	kW	367	355	248	340	327
	$N_e$	kW	68,4	73,2	75,0	77,6	81,6
7	$Q_0$	kW	322	302	295	283	264
	$Q_k$	kW	392	377	371	364	348
	$N_e$	kW	69,9	75,1	77,1	79,9	84,3

10	$Q_0$ $Q_k$ $N_e$	kW kW kW	357 429 72,0	336 414 44,9	328 408 80,1	315 399 83,4	295 383 88,4
12	$Q_0$ $Q_k$ $N_e$	kW kW kW	381 455 73,3	360 439 79,7	351 433 82,2	338 424 85,6	316 407 91,0
15	$Q_0$ $Q_k$ $N_e$	kW kW kW	420 495 75,3	396 479 82,4	387 472 85,1	373 462 89,0	350 445 95,1

30HK - 120

Nhiệt độ nước lạnh ra °C		Nhiệt độ nước giải nhiệt ra, °C					
		30	35	37	40	45	
5	$Q_0$	kW	338	319	312	300	282
	$Q_k$	kW	425	412	406	397	383
	$N_e$	kW	86,7	92,2	94,3	97,4	102
7	$Q_0$	kW	363	343	335	323	303
	$Q_k$	kW	452	438	432	422	408
	$N_e$	kW	88,9	94,8	97,1	100	106
10	$Q_0$	kW	401	379	371	358	336
	$Q_k$	kW	493	478	472	463	447
	$N_e$	kW	92,2	98,7	101	105	111
12	$Q_0$	kW	428	405	396	382	360
	$Q_k$	kW	522	506	499	491	473
	$N_e$	kW	94,3	101	104	108	114
15	$Q_0$	kW	470	445	435	421	396
	$Q_k$	kW	567	550	543	534	516
	$N_e$	kW	97,6	105	108	113	119

## 2.2. Chọn máy làm lạnh nước giải nhiệt gió

Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió (air cooled water chiller) thường có năng suất lạnh tiêu chuẩn (danh định) quy định ở nhiệt độ nước lạnh vào 12,3°C ra 6,7°C, nhiệt độ không khí vào dàn ngưng 35°C.

Do nhiệt độ không khí vào dàn ngưng phụ thuộc điều kiện thời tiết cũng như cấp điều hòa chọn và nhiệt độ nước lạnh vào và ra cũng phụ thuộc điều kiện vi khí hậu trong nhà và khả năng trao đổi nhiệt ẩm của các dàn FCU và AHU nên chế độ vận hành của máy bị thay đổi và cần phải tính toán lại năng suất lạnh cũng như các thông số khác của máy. Nếu có bảng  $Q_0 = f(t_i, t_N)$  của

catalog kỹ thuật ta có thể lấy các giá trị có sẵn trong bảng hoặc nội suy nếu cần. Khi không có bảng mà chỉ có năng suất lạnh tiêu chuẩn, ta phải tiến hành tính toán theo các mục trên đã trình bày.

Bảng 4-22 giới thiệu năng suất lạnh, công suất hữu ích và lưu lượng nước lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ nước lạnh vào và ra cũng như nhiệt độ không khí giải nhiệt vào dàn ngưng của một số máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier (xem thêm bảng). Các loại máy này sử dụng môi chất lạnh R22. Hiệu nhiệt độ nước lạnh vào và ra là  $6^{\circ}\text{C}$ , nghĩa là ở bảng, nhiệt độ nước ra ghi là  $6^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt độ nước vào là  $12^{\circ}\text{C}$  và tương tự nhiệt độ nước ra là  $t_{12} = 12^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt độ nước vào là  $t_{11} = 18^{\circ}\text{C}$ .

Các ký hiệu 30GH 085 – 245 có thể làm lạnh chất tải lạnh đến  $-7^{\circ}\text{C}$  và nếu đặt hàng theo yêu cầu đến  $-18^{\circ}\text{C}$ . Theo yêu cầu đặt hàng, nhà chế tạo có thể cung cấp các dụng cụ và thiết bị đặc biệt như điều khiển flotronic II, dàn ống đồng/đồng, dàn đồng/nhôm có mạ crôm chống ăn mòn do khói lò hoặc hơi nước mặn, nhiệt độ chất tải lạnh có thể xuống  $-6^{\circ}\text{C}$  hoặc  $-10^{\circ}\text{C}$ , thiết bị siêu không ồn, tủ điện nhiệt dới hóa, áp kế vi sai cho máy nén, thiết bị giám tải khởi động, bộ không chế giám sát và chỉ báo áp suất dầu ...

Bảng 4-22

Năng suất lạnh  $Q_o$ , kW, công suất hiệu dụng  $N_o$ , kW và lưu lượng nước lạnh phụ thuộc nhiệt độ nước lạnh vào và ra bình hơi cũng như nhiệt độ không khí giải nhiệt vào dàn ngưng,  $^{\circ}C$ , của một số máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của hãng Carrier, môi chất lạnh R22, hiệu nhiệt độ nước lạnh  $60^{\circ}C$

Nhiệt độ nước lạnh ra	Nhiệt độ không khí vào dàn ngưng, $^{\circ}C$										50,0					
	30G	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	$Q_o$	$N_o$	$Q_o$	$N_o$	$Q_o$	$N_o$	$Q_o$	$N_o$	
4.0	H	$Q_o$	$N_o$													
	085	258,2	73,8	10,3	243,6	78,3	9,7	229,0	82,5	9,1	214,3	86,5	8,5	199,7	90,2	7,9
	095	303,1	90,9	12,1	287,4	96,5	11,4	271,8	101,9	10,8	256,2	107,1	10,2	204,6	112,1	9,6
	100	350,7	106,5	13,9	332,6	113,0	13,2	314,4	119,2	12,5	296,0	125,1	11,8	277,5	130,6	11,0
	120	398,6	115,4	15,8	380,1	123,0	15,1	361,1	130,4	14,4	342,2	137,6	13,6	323,3	144,6	12,9
	130	445,4	134,2	17,7	419,3	141,7	16,7	393,3	148,7	15,6	367,6	155,3	14,6	342,1	161,4	13,6
	145	495,3	139,2	18,5	438,8	147,6	17,4	412,4	155,5	16,4	386,2	163,0	15,4	360,1	169,9	14,3
	150	504,2	152,9	20,0	478,8	162,8	19,0	453,3	172,2	18,0	427,9	181,4	17,0	402,9	190,1	16,0
	160	522,7	151,3	20,8	494,5	160,8	19,7	466,6	159,9	18,5	438,6	178,5	17,4	411,2	166,7	16,3
	170	571,7	170,2	22,7	538,4	179,7	21,4	505,3	188,6	20,1	472,3	196,9	18,8	439,9	204,6	17,5
5.0	190	645,2	194,6	25,6	606,7	205,8	24,1	568,6	216,5	22,6	530,9	226,4	21,1	493,5	235,6	19,6
	220	733,9	226,8	29,2	690,3	236,7	27,4	647,1	249,9	25,7	604,6	260,5	24,0	562,3	270,1	22,4
	245	822,2	235,7	32,7	786,8	251,2	31,0	739,7	266,3	29,4	697,6	280,5	27,7	656,6	294,3	26,1
	H	$Q_o$	$N_o$													
	085	267,8	75,2	10,7	252,9	79,8	10,1	237,9	84,3	9,5	222,9	88,4	8,9	208,0	92,2	8,3
	095	313,9	92,7	12,5	297,8	98,6	11,8	281,8	104,2	11,2	266,8	109,5	10,6	249,8	144,7	9,9
	100	361,9	108,5	14,4	343,4	115,2	13,7	324,8	121,6	12,9	306,2	127,7	12,2	287,4	133,4	11,4
	120	412,1	117,5	16,4	392,8	125,3	15,6	373,4	132,9	14,9	354,0	140,3	14,1	334,6	147,5	13,3
	130	462,5	137,2	18,4	435,6	144,9	17,3	409,0	152,2	16,3	382,5	159,1	15,2	358,3	165,4	14,2
	145	482,3	142,0	19,2	456,2	150,7	18,1	428,1	158,9	17,0	401,2	166,6	16,0	374,4	173,8	14,9
	150	521,7	155,9	20,8	495,6	166,0	19,7	469,6	175,8	18,7	443,6	185,2	17,6	417,9	194,2	16,6
	160	541,6	154,4	21,5	512,8	164,1	20,4	484,1	173,5	19,3	455,5	182,4	18,1	427,2	190,9	17,0
	170	583,9	174,2	23,6	559,6	183,9	22,3	525,6	193,2	20,9	491,9	201,8	19,6	458,3	209,8	18,2
	190	669,6	198,8	26,6	630,1	210,4	25,1	591,0	221,4	23,5	552,2	231,7	22,0	513,7	241,3	20,4
	220	763,2	232,3	30,4	717,6	244,5	28,5	673,2	256,2	26,8	629,1	267,0	25,0	585,8	277,2	23,3
	245	849,4	240,0	33,8	806,8	255,8	32,1	764,5	271,2	30,4	722,2	286,0	28,7	679,6	300,1	27,0

Nhiệt độ nước lạnh ra	Nhiệt độ không khí vào đài ngưng tụ, °C												50,0					
	30G			25,0			30,0			35,0			40,0			45,0		
	H	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	l/s														
6,0	085	277,6	76,7	11,1	262,3	81,5	10,4	247,0	86,0	9,8	231,7	90,3	9,2	216,4	94,3	8,6	200,8	97,9
	095	324,7	94,7	12,9	308,3	100,6	12,3	292,0	106,4	11,6	275,6	112,0	11,0	259,2	117,3	10,3	242,5	122,3
	100	373,2	110,5	14,9	354,4	117,4	14,1	335,5	124,0	13,4	316,4	130,3	12,6	297,3	136,2	11,8	277,7	141,8
	120	425,0	119,5	16,9	405,7	127,6	16,1	386,0	135,5	15,4	366,1	143,0	14,6	346,2	150,4	13,8	325,6	157,4
	130	479,9	140,3	19,1	452,4	148,2	18,0	425,0	155,8	16,9	397,8	162,9	15,8	370,8	169,5	14,8	344,4	175,6
	145	499,7	144,9	19,9	471,9	163,8	18,8	444,2	162,2	17,	416,6	170,2	16,6	389,1	177,7	15,5	361,0	184,5
	150	539,4	159,9	21,5	512,8	169,2	20,4	486,1	179,3	19,4	459,5	189,0	18,3	432,9	198,3	17,2	405,9	207,1
	160	561,0	157,5	22,3	531,4	167,5	21,2	501,9	177,2	20,0	472,7	186,4	18,8	443,5	185,2	17,7	413,9	203,3
	170	616,6	178,2	24,5	581,3	188,3	23,1	546,4	197,8	21,7	511,8	206,8	20,4	477,4	215,1	19,0	413,	222,5
	190	694,7	203,0	27,7	654,1	215,0	26,0	613,9	226,4	24,4	574,0	237,1	22,8	534,4	247,0	21,3	442,5	255,9
7	220	792,1	238,0	31,5	746,2	250,6	29,7	700,2	262,6	27,9	654,4	273,8	26,1	609,9	284,4	24,3	568,3	294,9
	245	877,2	244,3	34,9	833,6	260,5	32,2	790,1	276,2	31,5	746,7	291,5	29,7	703,8	306,1	28,0	660,1	320,0

Nhiệt độ nước lạnh ra		Nhiệt độ không khí vào đèn нагрев lú, °C																				
		30,0			25,0			30,0			35,0			40,0			45,0			50,0		
H	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	Q <sub>o</sub>	N <sub>o</sub>	I/S	
10	085	318,6	82,8	12,7	302,0	82,2	12,0	285,3	93,3	11,4	268,5	98,2	10,7	251,7	102,9	10,0	243,6	107,1	10,1	233,7	133,7	12,1
	095	370,8	102,6	14,8	352,8	109,2	14,1	334,6	115,7	13,3	316,6	121,9	12,6	298,5	128,0	11,9	280,0	133,7	12,1	260,0	133,7	12,1
	100	420,7	119,0	16,8	400,4	126,6	16,0	379,7	133,9	15,1	359,1	141,0	14,3	338,3	147,8	13,5	317,8	170,4	15,1	297,8	170,4	15,1
	120	480,5	128,1	19,2	459,3	137,0	18,3	438,0	145,7	17,5	416,1	154,1	16,6	394,6	162,4	15,7	372,8	170,4	15,1	352,8	170,4	15,1
	130	556,5	153,7	22,2	525,6	162,6	21,0	494,9	171,2	19,7	462,7	178,7	18,5	432,6	186,4	17,3	402,7	193,5	17,3	382,6	193,5	17,3
	145	572,6	156,9	22,8	542,2	166,8	21,6	511,7	176,3	20,4	481,3	185,4	19,2	451,0	193,9	18,0	421,7	193,5	17,3	391,7	193,5	17,3
	150	617,0	171,3	24,5	585,0	182,8	23,3	555,9	194,0	22,2	526,5	204,8	21,0	497,3	215,3	19,8	467,3	215,3	19,8	437,3	215,3	19,8
	160	642,3	170,	25,6	609,7	181,6	24,3	577,3	192,4	23,0	544,9	202,7	21,7	512,6	212,7	20,4	482,7	212,7	20,4	452,7	212,7	20,4
	170	711,8	195,3	28,4	672,8	200,5	26,8	633,9	217,2	25,3	595,3	227,4	23,7	557,3	237,1	22,2	527,2	237,1	22,2	497,2	237,1	22,2
	190	800,6	220,9	31,9	755,6	234,3	30,1	710,9	247,1	28,4	666,0	259,3	26,6	624,9	270,7	24,8	577,2	281,2	24,9	537,2	281,2	24,9
220	914,3	261,6	36,5	863,0	275,8	34,4	812,6	289,4	32,4	762,1	302,3	30,4	711,4	314,3	28,4	674,2	321,7	27,0	634,2	321,7	27,0	
	245	991,6	261,7	39,6	944,7	279,7	37,7	897,7	297,1	35,8	851,0	314,1	33,9	803,7	330,5	32,1	755,5	346,2	30,0	715,5	346,2	30,0
	085	340,3	86,0	13,6	322,9	91,7	12,9	305,5	97,1	12,2	288,0	102,3	11,5	270,5	107,3	10,8	250,5	107,3	10,8	230,5	107,3	10,8
	095	395,0	106,8	15,8	376,2	133,7	15,0	357,3	120,5	14,3	338,4	127,2	13,5	319,5	133,6	12,8	299,5	133,6	12,8	279,5	133,6	12,8
	100	445,2	123,4	17,8	424,2	131,4	16,9	403,0	139,1	16,1	381,6	146,6	15,2	361,6	152,7	14,5	331,6	152,7	14,5	311,6	152,7	14,5
12	120	509,0	132,5	20,3	487,4	141,8	19,5	465,3	151,0	18,6	443,0	159,9	17,	420,5	158,6	16,8	397,0	158,6	17,1	377,0	158,6	17,1
	130	586,2	160,6	23,8	563,7	170,1	22,5	531,4	179,1	21,2	499,2	187,7	19,9	465,4	195,2	18,6	445,4	195,2	18,6	425,4	195,2	18,6
	145	611,2	163,2	24,4	579,4	173,6	23,1	547,5	183,6	21,9	515,7	193,2	20,6	483,2	201,3	19,1	453,2	201,3	19,1	433,2	201,3	19,1
	150	653,1	177,3	26,1	622,8	189,8	24,9	592,6	201,6	23,7	562,1	213,0	22,4	532,1	224,7	21,1	502,1	224,7	21,1	482,1	224,7	21,1
	160	685,4	177,3	27,4	651,3	189,0	26,0	617,3	200,3	24,6	583,3	211,3	23,3	553,3	222,0	22,0	523,3	222,0	22,0	503,3	222,0	22,0
	170	762,6	204,5	30,4	721,7	215,2	28,8	680,7	227,5	27,2	650,7	239,1	26,0	620,7	250,8	24,8	590,7	250,8	24,8	560,7	250,8	24,8
	190	856,6	230,4	34,2	809,3	244,5	32,3	762,3	258,1	30,4	732,1	270,0	28,6	668,9	283,2	26,7	638,9	283,2	26,7	608,9	283,2	26,7
	220	979,2	274,3	39,1	925,9	289,4	37,0	871,9	303,6	34,8	818,6	317,2	32,7	765,9	330,2	30,6	735,9	330,2	30,6	705,9	330,2	30,6
	245	1053,3	42,2	1004,3	289,7	40,1	955,2	308,0	38,1	905,1	325,7	36,1	855,9	343,0	34,2	806,8	343,0	34,2	775,9	343,0	34,2	

### 2.3. Tính chọn tháp giải nhiệt

Nguyên tắc cấu tạo của tháp giải nhiệt và cách lắp đặt nó trong hệ thống lạnh đã được giới thiệu ở hình 2.24.

Quá trình trao đổi nhiệt âm trong tháp là quá trình trao đổi nhiệt phức tạp, chúng ta không đi sâu nghiên cứu, tuy nhiên cũng cần biết rằng, hiệu quả trao đổi nhiệt âm phụ thuộc vào các vấn đề dưới đây.

Hiệu quả trao đổi nhiệt càng cao, năng suất giải nhiệt càng lớn khi:

- Độ ẩm của không khí càng thấp vì quá trình thải nhiệt của nước vào không khí cơ bản là quá trình bay hơi nước. Khi độ ẩm bằng 100%, chỉ còn lại quá trình trao đổi nhiệt nên hiệu suất trao đổi nhiệt rất kém;

- Tốc độ không khí càng cao càng tốt;

- Bề mặt trao đổi nhiệt âm càng lớn càng tốt.

Ở điều kiện nóng ẩm của miền Bắc Việt Nam, tháp giải nhiệt làm việc không thuận lợi. Thường phải chọn tháp giải nhiệt lớn hơn từ 1,2 đến 1,5 lần các tháp đã cho sẵn trong catalog.

Hình 4-26 giới thiệu cấu tạo chi tiết của một tháp giải nhiệt của Viện tháp giải nhiệt CTI (Cooling Tower Institute).

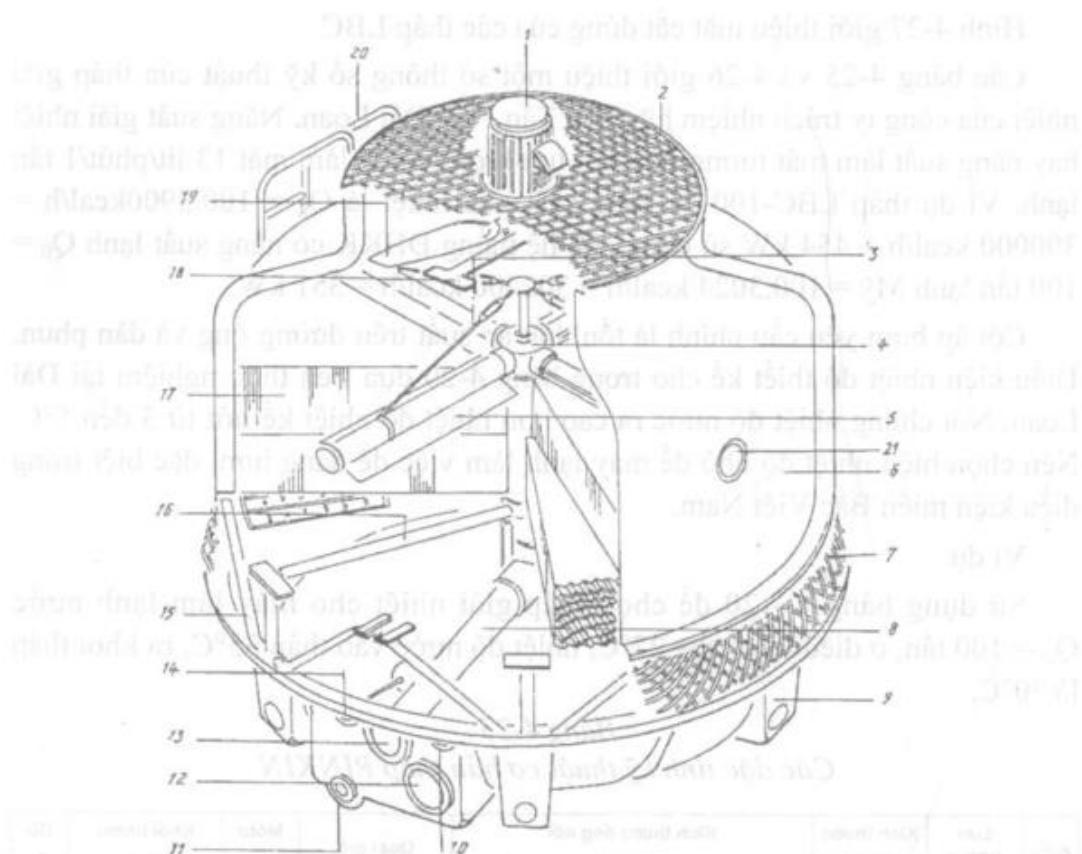
Khối đệm của tháp là kiểu băng cuộn hình sóng và dạng tổ ong, được chế tạo dễ dàng trên trực cán định hình, có bề mặt trao đổi nhiệt lớn, nước được lưu lại rất lâu trên bề mặt khối đệm làm cho chiều cao tháp giảm đi đáng kể. Khối đệm còn tạo được dòng chảy rối cho không khí đi ngược chiều do cấu tạo ziczac đặc biệt của mình.

Để phun đều nước, tháp dùng một hệ thống 4 ống rải nước từ đầu góp 4. Bốn ống này có lỗ khoan nghiêng (một số loại có thể điều chỉnh được góc nghiêng), các tia nước phun ra tạo phản lực quay cho bộ rải nước. Nếu điều chỉnh được góc nghiêng tia phun, có thể điều chỉnh được tốc độ quay tự do của bộ rải nước. Do nước rải có cỡ hạt lớn nên ở đây không cần có bộ chặn bụi nước vì bụi nước cuốn theo rất ít.

Quạt gió của tháp là loại quạt hướng trực bình thường với sải cánh lớn. Sải cánh càng lớn, độ ồn càng nhỏ, lưu lượng gió càng lớn. Động cơ quạt là loại động cơ đặc biệt chịu được ẩm vì luôn phải tiếp xúc với dòng khí ẩm.

Bể chứa nước rất đơn giản, thuận tiện. Toàn bộ vỏ và bể chế tạo từ vật liệu composite nên chịu được mọi thời tiết khắc nghiệt, có hình dáng đẹp, an toàn,

tin cậy và tuổi thọ cao. Trên thân tháp có bố trí lỗ quan sát 21, có thang để kiểm tra, sửa chữa.



Hình 4.26: Phối cảnh tháp giải nhiệt CTI (Cooling Tower Institute):

1. động cơ;
2. lưỡi bảo vệ quạt gió;
3. dây neo;
4. đầu gòp dàn phun;
5. cánh chắn;
6. vỏ tháp;
7. lưỡi bảo vệ đường gió vào;
8. ống dẫn nước vào;
9. bồn nước;
10. cửa cháy tràn;
11. cửa xả đáy;
12. cửa nước ra (về bờ);
13. cửa nước vào (nước nóng từ bình ngưng vào);
14. van phao lấy nước bổ sung từ mạng;
15. các thanh đỡ trên cửa lấy gió;
16. các thanh đỡ khói đệm;
17. khói đệm;
18. các thanh đỡ cơ động;
19. cánh quạt;
20. thang;
21. cửa quan sát.

Việc tính toán tháp giải nhiệt rất phức tạp, thường người ta chọn theo catalog của máy. Các thành viên của Viện tháp giải nhiệt CTI (Cooling Tower Institute) đều có chung một kí hiệu như sau, ví dụ tháp RINKI của Hồng Kông có kí hiệu FRK90 chẳng hạn. FRK là chữ cái kí hiệu riêng của RINKI, năng suất lạnh của hệ thống tương ứng là  $Q_0 = 90$  tấn lạnh Mỹ hoặc 316,5 kW. Nếu tính năng suất giải nhiệt ta phải nhân với hệ số 1,3 nghĩa là  $Q_k = 412$  kW. Bảng

4-23 giới thiệu thông số kỹ thuật của tháp giải nhiệt RINKI. Bảng 4-24 giới thiệu vật liệu tiêu chuẩn chế tạo tháp.

### Hình 4-27 giới thiệu mặt cắt đứng của các tháp LBC

Các bảng 4-25 và 4-26 giới thiệu một số thông số kỹ thuật của tháp giải nhiệt của công ty trách nhiệm hữu hạn Tân Phát Đài Loan. Năng suất giải nhiệt hay năng suất làm mát tương ứng với lưu lượng nước làm mát 13 lít/phút/1 tấn lạnh. Ví dụ tháp LBC-100 có năng suất giải nhiệt là  $Q_k = 100.3900 \text{ kcal/h} = 390000 \text{ kcal/h} = 454 \text{ kW}$  sử dụng cho hệ thống ĐHKK có năng suất lạnh  $Q_0 = 100 \text{ tấn lạnh Mỹ} = 100.3024 \text{ kcal/h} = 302400 \text{ kcal/h} = 351 \text{ kW}$ .

Cột áp bơm yêu cầu chính là tồn thắt áp suất trên đường ống và dàn phun. Điều kiện nhiệt độ thiết kế cho trong bảng 4-20 dựa trên thực nghiệm tại Đài Loan. Nói chung nhiệt độ nước ra cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt từ 3 đến 5°C. Nên chọn hiệu nhiệt độ nhỏ để máy lạnh làm việc dễ dàng hơn, đặc biệt trong điều kiện miền Bắc Việt Nam.

### Ví dụ

Sử dụng bảng 4 - 20 để chọn tháp giải nhiệt cho máy làm lạnh nước  $Q_0 = 100$  tấn, ở điều kiện  $t_U = 27^\circ\text{C}$ , nhiệt độ nước vào tháp  $35^\circ\text{C}$ , ra khỏi tháp là  $30^\circ\text{C}$ .

*Bảng 4-23  
Các đặc tính kỹ thuật cơ bản tháp RINKIN*

Kiểu FRK	Lưu lượng định mức VS	Kích thước (mm)		Kích thước ống nối (ø, mm)						Quạt gió		Motor quạt	Khối lượng (kg)		Độ ồn
		H	D	in	out	øf	dr	fv	qs	m <sup>3</sup> /ph	ø, mm		Khô	ướt	
8	1,65	1600	930	40	40	25	25	15		70	530	0.20	40	130	46.0
10	2,17	1735	930	40	40	25	25	15		85	630	0.20	44	140	50.0
15	3,25	1865	1170	50	50	25	25	15		140	630	0.37	52	165	50.5
20	4,5	1845	1170	50	50	25	25	15		170	760	0.37	58	185	54.0
25	5,4	1932	1400	80	80	25	25	15		200	760	0.75	97	290	55.0
30	6,5	2032	1400	80	80	25	25	15		230	760	0.75	105	315	56.0
40	8,67	2052	1580	80	80	25	25	15		290	940	1.50	128	384	57.0
50	10,1	2067	1910	80	80	25	25	15		330	940	1.50	214	640	57.5
60	13,0	2417	1910	100	100	25	25	20		420	1200	1.50	238	770	57.0
80	17,4	2487	2230	100	100	25	25	20		450	1200	1.50	420	1260	58.5
90	19,5	2487	2230	100	100	25	25	20		620	1200	2.25	546	1638	59.5
100	21,7	2875	2470	125	125	50	50	20		680	1500	2.25	575	1710	61.0
125	27,1	3030	2900	125	125	50	50	20		830	1500	2.25	589	1767	60.5
150	32,4	3030	2900	125	125	50	50	20	25	950	1500	2.25	605	1820	61.0
175	38,0	3100	3400	150	150	50	50	25	25	1150	1960	3.75	753	2260	61.5

200	43,4	3200	3400	150	150	50	50	25	25	1250	1960	3.75	778	2350	62,5
225	48,4	3200	3400	150	150	50	50	25	25	1350	1960	3.75	810	2430	62,5
250	54,2	3760	4030	200	200	80	80	32	32	1750	2400	5.50	990	2970	56,5
300	65	3860	4030	200	200	80	80	32	32	2200	2400	7.50	1040	3140	57,5
350	76	4160	4760	200	200	80	80	32	32	2200	2400	7.50	1750	3705	61,0
400	86,7	4300	4760	200	200	80	80	32	32	2600	3000	11.00	2080	1400	61,0
500	109	4650	5600	250	250	100	100	50	50	2600	3000	11.00	2850	7360	62,5
600	130	5360	6600	250	250	100	100	50	50	3750	3400	15.00	4325	19735	66,0
700	152	5360	6600	250	250	100	100	50	50	3750	3400	15.00	4410	10950	66,0
800	174	6280	7600	300	300	100	100	80	80	5000	3700	22.00	6580	15300	74,0
1000	217	6628	7600	300	300	100	100	80	80	5400	3700	22.00	6700	15680	74,0

### Chú thích

H - chiều cao tháp (cả mô tơ)  
 D - đường kính ngoài của tháp  
 in - đường nước vào  
 out - đường nước ra  
 of - đường chảy tràn  
 dr - đường xả  
 fv - van phao  
 qs - cấp nước nhanh

### Kiểu: FRK60

trong đó FRK là ký hiệu còn con số 60 có ý nghĩa là tháp chỉ giải nhiệt được trong hệ thống lạnh có năng suất lạnh tối đa 60 tấn lạnh (hay  $60 \times 3024 = 181.440$  kcal/h).

Lượng nhiệt giải được thực tế gồm cả  $Q_2$  và công nén sẽ là:  $60.3900 = 234.000$  kcal/h.

Lưu lượng định mức 0,217l/s cho 1 tấn lạnh

**Bảng 4-24**  
**Vật liệu tiêu chuẩn chế tạo tháp giải nhiệt FRK**

Kiểu FRK	8 ÷ 25	30 ÷ 50	60 ÷ 90	100 ÷ 150	175 ÷ 225	250 ÷ 300	350 ÷ 500	600 ÷ 1000						
Kiểu truyền động	Trục tiếp							đai thang						
Cánh quạt	PC	FPR hợp kim												
Mô tơ	TEFC 380 V/3 ph/50 Hz													
Giá đỡ mô tơ	Thép mạ kẽm													
Bảo vệ mô tơ		Thép mạ kẽm												
Vỏ tháp	FRP													
Bồn nước	FRP													
Tăng hút		FRP												
Dàn phun	Polycarbonate/PVC	Hợp kim nhôm và PVC												
Cánh chấn		FRP (polyester giả cường bằng sợi thủy tinh)												
Lưới gió	FRP và PVC													
Chân đỡ tháp	FRP	Thép mạ kẽm												
Thang		Thép mạ kẽm												
Lỗ nối ống	ống PVC													
Giá đỡ khói đèn	PC	PC và GI	Thép mạ kẽm											
Khối đèn	Màng PVC cứng, dập định hình, hiệu suất cao													
FRP: Polyester giả cường bằng sợi thủy tinh; PC: Polycarbonate														

Giải:

Từ  $Q_0 = 100$  tấn lạnh Mỹ ta tính được lưu lượng nước cần thiết là:

$$V_w = 100.13 \text{ l/h} = 1300 \text{ l/h}$$

Tìm  $t_u = 27^\circ\text{C}$  và nhiệt độ nước vào và ra khỏi tháp  $35 \rightarrow 30^\circ\text{C}$  ta được:

$$V_w = 1290 \text{ l/h} \rightarrow \text{tháp LBC-150}$$

$$V_w = 1510 \text{ l/h} \rightarrow \text{tháp LBC-175}$$

Là 2 tháp gần giá trị 1300 nhất.

Nếu chọn tháp LBC - 150 là hơi thiêu; chọn tháp LBC - 175 lại quá thừa.

Bảng 4-25

Thông số kỹ thuật một số tháp giải nhiệt Tân Pháp (Đài Loan)

Kí hiệu tháp	Lưu lượng nước định mức Vph	Kích thước mm		Quạt gió			Ống nối, mm							Cột áp bơm	
		Cao H	Đường kính D	Motor HP	Lưu lượng gió m <sup>3</sup> /ph	Đường kính quạt φmm	Vào	Ra	Xả	Chảy tràn	Cấp nước nhanh	Khô	Vận hành		
LBCS	3	39	1400	750	1/6	25	500	40	40	2020	20	15	36	82	1,5
	5	65	1400	750	1/6	60	500	40	40	25	20	15	40	115	1,5
	8	104	1660	860	1/6	75	500	40	40	25	25	15	50	127	1,7
	10	130	1680	860	1/4	100	500	40	40	25	25	15	55	200	2
	15	195	1930	1170	1/4	135	700	50	50	25	25	15	80	260	2
	20	260	1930	1170	1/2	180	700	50	50	25	25	15	90	330	2
LBC	25	325	1500	1380	3/4	200	770	65	65	25	25	15	103	403	1,7
	30	325	1735	1580	1	225	770	65	65	25	25	15	115	488	1,8
	40	520	1690	1820	1,5	280	970	65	65	25	25	20	168	515	2
	50	650	1890	2000	1,5	330	970	80	80	25	25	20	197	597	2
	60	780	1895	2000	1,5	420	1170	80	80	25	25	20	229	669	2
	70	910	2015	2175	1,5	500	1170	100	100	25	25	20	277	707	2
	80	1040	2015	2175	2	5400	1170	100	100	25	25	20	292	722	2
	100	1300	2160	2650	3	700	1470	100	100	25	25	25	403	1073	2,5
	125	1625	2210	3050	3	8300	1470	125	125	25	50	25	466	1356	3
	150	1950	2285	3300	5	950	1750	125	125	50	50	26	625	1205	3
	175	2275	2485	3300	5	1150	1750	125	125	50	50	26	713	2676	3,2
	200	2600	2990	3770	5	1250	1750	150	150	50	50	32	870	3460	3,2
	225	2925	3190	3770	7,5	1750	2360	150	150	50	50	32	900	3520	3,2
	250	3950	3190	3700	7,5	1750	2360	200	200	50	50	32	1030	3570	3,8
	300	3900	3350	4440	10	2200	2360	200	200	50	50	32	1283	4543	3,6
	350	4550	3390	4790	10	2200	2360	200	200	50	50	32	1362	4620	4

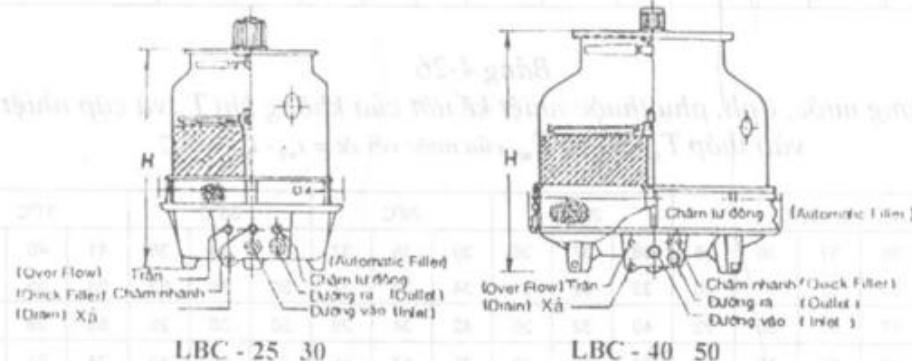
	400	5200	2890	5180	15	2800	2970	200	200	50	100	50	2171	6811	4
	500	6500	3980	5580	15	2600	2970	250	250	50	100	50	2428	7068	4
	600	4800	4340	6600	20	3750	3380	250	250	50	100	50	3364	10774	5
	700	9100	4380	6600	20	3750	3380	250	250	50	100	50	3567	10967	5,5
	800	10400	4980	7600	30	5000	580	300	300	80	100	50	4380	11980	6
	1000	13000	5145	760	30	5000	3580	300	300	80	100	50	4636	12736	6
	1250	16250	5870	8430	40	6200	4270	300	300	80	100	65	6554	28064	6,5
	1250	19500	6220	8430	50	7500	4270	350	350	80	100	65	7000	26512	7

Bảng 4-26

Lưu lượng nước, l/ph, phụ thuộc nhiệt kế ướt của không khí  $T_u$  và cấp nhiệt độ vào tháp  $T_{w2}$  và ra  $T_{wl}$  của nước với  $\Delta t = t_{wl} - t_{w2} = 5^\circ C$

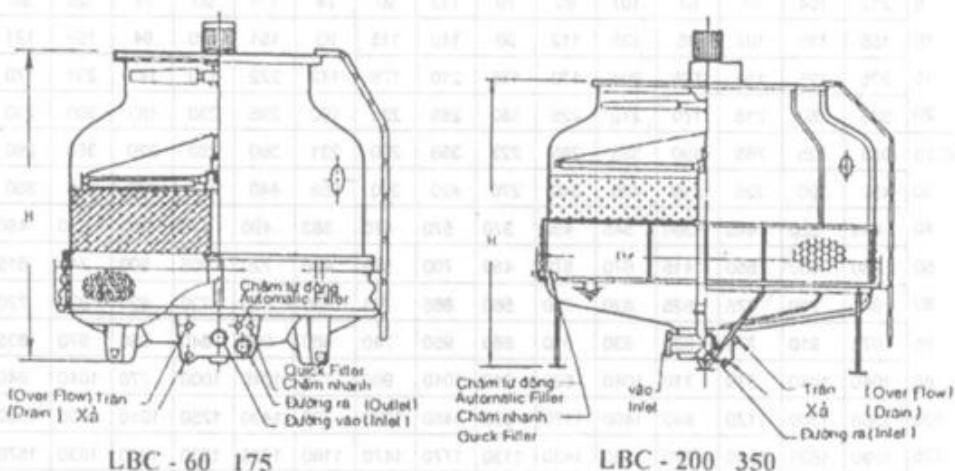
$T_u$	27°C				28°C				29°C				30°C				31°C			
	$T_{w2}$ °C	38	37	36	35	38	37	36	39	38	37	40	39	38	41	40	39			
LBCS 3	$T_{w1}$ °C	33	32	31	30	33	32	31	34	33	32	35	34	33	36	35	34			
	47	39	30	23	40	32	25	42	34	26	50	38	29	53	39	29				
	5	48	65	53	40	67	55	43	70	57	45	72	59	46	74	61	46			
	8	212	104	84	67	107	90	70	112	90	74	116	90	77	120	90	80			
	10	155	130	107	85	135	112	90	140	115	93	151	120	94	158	121	96			
	15	235	195	158	125	204	170	135	210	175	142	222	170	143	231	170	149			
LBC 25	20	305	260	218	170	270	225	180	285	235	190	295	230	183	300	230	183			
	388	325	265	190	338	285	223	355	290	231	360	280	220	355	280	220				
	30	455	390	325	210	405	340	270	420	350	285	440	350	285	455	350	285			
	40	613	520	440	360	545	450	370	570	470	383	490	475	380	610	480	380			
	50	760	650	550	415	670	570	450	700	595	480	720	605	500	740	615	520			
	60	940	780	675	525	820	700	560	865	725	590	890	720	620	930	720	650			
LBC 25	70	975	910	770	630	930	810	660	950	740	680	960	840	680	970	835	690			
	80	1040	1040	870	710	1040	920	740	1040	960	775	1040	1000	770	1040	940	770			
	100	1560	1300	1120	880	1400	1170	920	1450	1220	790	1490	1250	1010	1550	1300	1040			
	125	1890	1625	1360	1070	1700	1430	1130	1770	1470	1180	1785	1530	1250	1830	1570	1300			
	150	2290	1950	1630	1290	2050	1730	1350	2160	1760	1450	2150	1810	1510	2200	1850	1570			
	175	2650	7775	1920	1510	2390	2020	1600	2490	2080	1680	2565	2130	1790	2650	2140	1867			
LBC 25	200	3000	2600	2170	1720	2690	2280	1830	2830	2360	1930	2850	2410	2010	2900	2450	2090			
	225	3580	2925	2530	1990	3180	2670	2100	3330	2750	2200	3225	2700	2230	3300	2800	2330			
	250	3900	3250	2820	2200	3500	2950	2320	3680	3050	2450	3760	3030	2530	3920	3040	2610			
	300	4730	3900	3380	2640	4250	3510	2800	4400	3620	2930	4300	3650	2950	4400	3800	3020			
	350	5320	4550	3380	2990	4800	4000	3200	4970	4120	3400	5050	4100	3520	5200	7400	3610			
	400	6230	5200	4490	3520	5600	4700	3700	5850	4900	3900	6150	5200	4300	6400	5400	4500			
500	7450	6500	5550	4550	6750	5800	4800	7050	6000	5000	7300	6150	5150	7550	6250	5250				

600	9080	7800	6430	5070	8000	6750	5750	8450	7000	5500	8850	7500	5950	9150	7800	5950
700	10400	9100	7700	6300	9400	8100	6600	9850	8400	6950	10150	8600	7250	10450	8700	7550
800	12200	10400	8620	6860	10800	9000	7200	11200	9300	7500	11700	9700	8050	12100	9800	8250
1000	14900	13000	11100	8970	13500	11600	9400	14100	12000	10000	14600	12300	10400	15100	12500	10500
1250	18200	16250	13600	11100	16500	14400	11700	17600	15100	12300	18100	15900	13000	18700	16250	13700
1500	21500	19500	16400	13370	19500	17200	14100	21100	18200	14800	21600	19200	15600	22300	19500	16500



LBC - 25 30

LBC - 40 50



LBC - 60 175

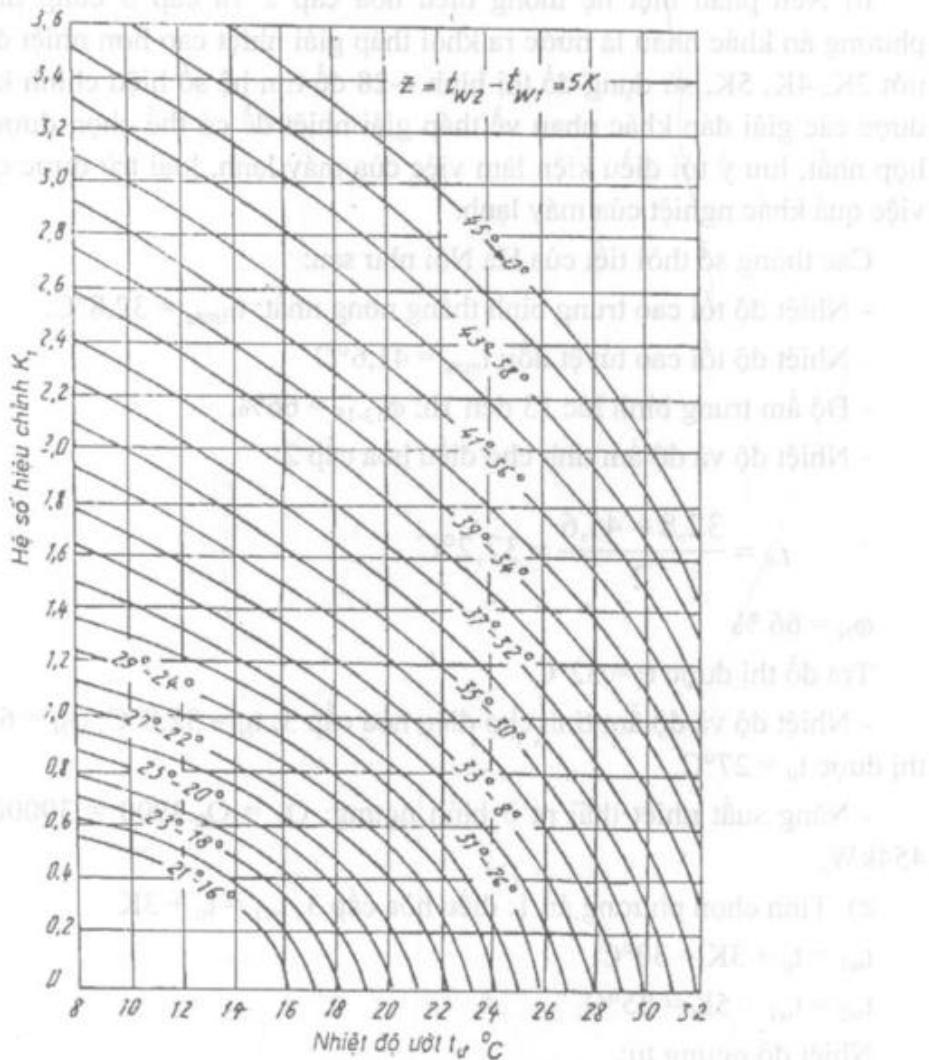
LBC - 200 350

Hình 4. 27: Hình chiếu đứng một số tháp giải nhiệt Tân Phát Đài Loan

Những con số đi kèm kí hiệu chữ cái của tháp giải nhiệt chỉ năng suất lạnh của máy lạnh tương ứng đi kèm theo tần lạnh Mỹ. Ví dụ: FRK 100 hoặc LBC 100 là các tháp có khả năng sử dụng cho máy lạnh có năng suất lạnh 100 tần. Năng suất này được tính toán theo điều kiện tiêu chuẩn, nhiệt độ khô  $t_k = 32^\circ\text{C}$ ;  $t_u = 27^\circ\text{C}$  ( $\varphi = 62\%$ ), nước vào tháp giải nhiệt (hay nước ra khỏi bình ngưng)  $t_{w1} = 32^\circ\text{C}$ . Ở điều kiện Việt Nam nóng và ẩm hơn, do đó cần phải tính

toán kiểm tra lại. Hơn nữa nếu chọn nước vào tháp cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt  $10^{\circ}\text{C}$ , máy lạnh có thể rơi vào chế độ làm việc quá khắc nghiệt. Bởi vậy một giải pháp cần phải tính tới là chọn tháp lớn hơn để máy lạnh làm việc nhẹ nhàng hơn.

Chúng tôi giới thiệu một cách tính đơn giản để dùng hệ số hiệu chỉnh  $k_1$  theo  $z = t_{w2} - t_{w1} = 5\text{ K}$  và nhiệt độ nhiệt kế ướt biểu diễn trên hình 4-21.



Hình 4.28: Đồ thị xác định hệ số hiệu chỉnh  $k_1$  theo  $z = t_{w2} - t_{wl} = 5K$  và nhiệt độ nhiệt kế ướt  $t_{tr}$

## Ví dụ

Hãy tính chọn tháp giải nhiệt CTI (RINKI hoặc Tân Phát) cho năng suất lạnh của máy lạnh là 100 tấn lạnh Mỹ (12000Btu/h, 352kW) lắp đặt tại Hà Nội dùng cho điều hòa trung tâm nước:

Giải

a) Nếu chỉ căn cứ vào máy làm lạnh nước có 100 tấn lạnh có thể chọn ngay tháp giải nhiệt RINKI FRK100 hoặc của công ty Tân Phát là LBC100.

b) Nếu phân biệt hệ thống điều hòa cấp 2 và cấp 3 cũng như chọn 3 phương án khác nhau là nước ra khỏi tháp giải nhiệt cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt 3K, 4K, 5K, sử dụng đồ thị hình 4-28 để tìm hệ số hiệu chỉnh  $k_1$  ta sẽ tìm được các giải đáp khác nhau về tháp giải nhiệt để có thể chọn được tháp phù hợp nhất, lưu ý tới điều kiện làm việc của máy lạnh, loại trừ được chế độ làm việc quá khắc nghiệt của máy lạnh.

Các thông số thời tiết của Hà Nội như sau:

- Nhiệt độ tối cao trung bình tháng nóng nhất:  $t_{H\max} = 32,8^\circ\text{C}$ .
- Nhiệt độ tối cao tuyệt đối:  $t_{\max} = 41,6^\circ\text{C}$
- Độ ẩm trung bình lúc 13 đến 1h:  $\varphi_{13-15} = 66\%$ .
- Nhiệt độ và độ ẩm tính cho điều hòa cấp 2:

$$t_N = \frac{32,8 + 41,6}{2} = 37,2^\circ\text{C}$$

$$\varphi_N = 66\%$$

Tra đồ thị được  $t_u = 32^\circ\text{C}$ .

- Nhiệt độ và độ ẩm tính cho điều hòa cấp 3:  $t_N = 32,8^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_N = 66\%$ , tra đồ thị được  $t_u = 27^\circ\text{C}$ .
- Năng suất nhiệt thải ra ở bình ngưng:  $Q_k = Q_0 \cdot 3900 = 390000\text{kcal/h} = 454\text{kW}$ .

c) Tính chọn phương án 1: điều hòa cấp 3,  $t_{w1} = t_u + 3\text{K}$

$$t_{w1} = t_u + 3\text{K} = 30^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5\text{K} = 35^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ ngưng tụ:

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 35 + 5 = 40^\circ\text{C}$$

Lưu lượng thể tích nước làm mát

$$V_w = \frac{Q_k}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{454}{1000 \cdot 4,186,5} = 0,0217 \text{ m}^3/\text{s} = 1300 \text{ l/ph.}$$

$$Q_{0hc} = \frac{Q_0}{k_1}$$

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

Tra đồ thị với  $t_u = 27^\circ\text{C}$ ,  $z = 35 \rightarrow 30^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 0,6$ .

$$Q_{0hc} = \frac{100}{0,6} = 167 \text{ tan lanh}$$

Vậy:

Chọn tháp FRK175 hoặc LBC175.

d) Tính cho phương án 2: điều hòa cấp 3,  $t_{w1} = t_u + 4^\circ\text{C}$

$$t_{w1} = t_u + 4^\circ\text{C} = 31^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^\circ\text{C} = 36^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{min} = 41^\circ\text{C}$$

Tra đồ thị  $t_u = 27^\circ\text{C}$ ,  $z = 36 \rightarrow 31^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 0,8$ .

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

$$Q_{0hc} = \frac{100}{0,8} = 125 \text{ tan lanh}$$

Chọn tháp FRK125 hoặc LBC125.

e) Tính cho phương án 3: điều hòa cấp 3,  $t_{w1} = t_u + 5^\circ\text{C}$

$$t_{w1} = t_u + 5^\circ\text{C} = 32^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^\circ\text{C} = 37^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{min} = 42^\circ\text{C}$$

Tra đồ thị  $t_u = 27^\circ\text{C}$ ,  $z = 37 \rightarrow 32^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 0,97$ .

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

$$Q_{0hc} = \frac{100}{0,97} = 103 \text{ tan lanh}$$

Chọn tháp FRK100 hoặc LBC100.

f) Tính cho phương án 4: điều hòa cấp 2,  $t_{w1} = t_u + 3^\circ\text{C}$

$$t_{w1} = t_u + 3^\circ\text{C} = 35^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 45^\circ\text{C}$$

Tra đồ thị  $t_u = 32^\circ\text{C}$ ,  $z = 40 \rightarrow 35^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 0,7$ .

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

$$Q_{0hc} = \frac{100}{0,7} = 142 \text{ tan lanh}$$

Chọn tháp FRK150 hoặc LBC150.

g) Tính cho phương án 5: điều hòa cấp 2,  $t_{w1} = t_u + 4^\circ\text{C}$

$$t_{w1} = t_u + 4^\circ\text{C} = 32 + 4 = 36^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^\circ\text{C} = 41^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 46^\circ\text{C}$$

Tra đồ thị  $t_u = 32^\circ\text{C}$ ,  $z = 41 \rightarrow 36^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 0,91$ .

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

$$Q_{0hc} = \frac{100}{0,91} = 110 \text{ tan lanh}$$

Chọn tháp FRK125 hoặc LBC125.

h) Tính cho phương án 6: điều hòa cấp 2,  $t_{w1} = t_u + 5^\circ\text{C}$

$$t_{w1} = t_u + 5^\circ\text{C} = 32 + 5 = 37^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^\circ\text{C} = 42^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 47^\circ\text{C}$$

Tra đồ thị  $t_u = 32^\circ\text{C}$ ,  $z = 42 \rightarrow 37^\circ\text{C}$  được  $k_1 = 1,1$ .

Năng suất làm mát hiệu chỉnh:

$$Q_{0hc} = \frac{100}{1,1} = 91 \text{ tan lanh}$$

Chọn tháp FRK100 hoặc LBC100.

Như trên ta thấy khi cần giảm nhiệt độ ngưng tụ, ta phải tăng công suất tháp giải nhiệt. So sánh phương án 6 và 4 ta thấy, khi giảm nhiệt độ ngưng tụ

đi  $2^{\circ}\text{C}$  ta phải tăng tháp làm mát lên 1,5 lần điện năng tiêu hao. Tuy nhiên tăng công suất tháp ngưng tụ gắn liền với việc tăng vốn đầu tư. Đây chính là một bài toán kinh tế tối ưu mà người kỹ sư phải giải để tìm ra đáp số: khi nào thì giá một đơn vị lạnh là thấp nhất.

Bảng 4-27 tổng kết các kết quả tính toán của ví dụ trước. Theo kết quả tính toán, ta nên chọn tháp FRK 125 hoặc LBC125 là hợp lý nhất.

Bảng 4 - 27

*Kết quả tính chọn tháp giải nhiệt ở các chế độ làm việc khác nhau cho một máy làm lạnh nước có năng suất lạnh 100 tấn lạnh Mỹ.*

Phương án	1	2	3	4	5	6
Cấp điều hòa	cấp 3			cấp 2		
Nhiệt độ khô $t_k$	32,8°C			37,2°C		
Nhiệt độ ướt $t_u$	27°C			32°C		
Độ ẩm $\varphi$	66%			66%		
Nhiệt độ, °C						
- nước ra khỏi tháp $t_{w1}$	30	31	32	35	36	37
- nước vào tháp $t_{w2}$	35	36	37	40	41	42
- ngưng tụ	40	41	42	45	46	47
Hệ số hiệu chỉnh $k_1$	0,6	0,8	0,97	0,7	0,91	1,1
Năng suất lạnh hiệu chỉnh $Q_{0hc}$ , tấn lạnh	167	125	103	142	110	91
Tháp chọn FRK hoặc LBC-	175	125	100	150	125	100

## 2.4. Chọn FCU và AHU

Các FCU (Fan Coil Unit) và AHU (Air Handling Unit) là cá thiết bị trao đổi nhiệt. Năng suất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ nước lạnh, nhiệt độ không khí vào ra và hệ số truyền nhiệt qua vách trao đổi nhiệt:

$$Q_0 = k \cdot F \cdot \Delta t_{ln}$$

Giá thiết  $k$  và  $F$  là hệ số truyền nhiệt và bề mặt trao đổi nhiệt là không đổi. Khi tăng giảm nhiệt độ nước lạnh và không khí vào và ra, hiệu nhiệt độ trung bình logarit  $\Delta t_{ln}$ :

$$\Delta t_{\ln} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

Thay đổi vì các đại lượng  $\Delta t_{\max}$  và  $\Delta t_{\min}$  ở đầu vào và đầu ra thay đổi. Như vậy năng suất lạnh của dàn phải thay đổi theo. Ngoài ra lưu lượng nước qua dàn cũng ảnh hưởng rất lớn đến năng suất của dàn. Lưu lượng càng nhỏ năng suất lạnh càng nhỏ và ngược lại, lưu lượng càng lớn năng suất lạnh càng lớn.

Bảng 4-28

Năng suất lạnh  $Q_D$ , W của một số dàn FCU ký hiệu 42CMA của Carrier phụ thuộc vào nhiệt độ nước lạnh vào  $t_1$ ,  
cũng như nhiệt độ không khí vào  $t_T$  và  $t_{Tu}$  (SH - năng suất lạnh hiệu, W, TH - năng suất lạnh tổng)

Kiểu	Lưu lượng nước l/s	Tổn thất áp suất kPa	Nhiệt độ không khí vào dàn $t_0 = 24^\circ\text{C}$ , $t_{Tu} = 17,8^\circ\text{C}$ , $\varphi = 55\%$						Nhiệt độ nước lạnh vào dàn $^\circ\text{C}$					
			5	6	7	8	SH	TH	SH	TH	SH	TH	SH	TH
002	0,07	4,5	1223	1558	1163	1441	1132	1314	1076	1198	1034	1093		
	0,09	4,9	1308	1822	1247	1674	1198	1537	1155	1399	1089	1093		
	0,12	7,2	1399	2003	1326	1844	1265	1695	1204	1537	1150	1388		
	1,14	9,2	1420	2141	1367	1972	1313	1812	1223	1643	1186	1484		
003	0,10	6,9	2035	2847	1961	2629	1888	2411	1797	2193	1661	1975		
	0,13	10,8	2189	3205	2098	2950	1961	2705	1843	2462	1751	2219		
	0,17	14,0	2262	3449	2189	3180	2071	2911	1961	2654	1724	2385		
	0,20	20,3	2308	3616	2244	3346	2117	3065	2007	2782	1861	2514		
004	0,13	10,8	2410	3205	2335	2958	2298	2700	2189	2461	2079	2213		
	0,18	17,6	2712	3702	2554	3417	2403	3219	2315	2940	2226	2569		
	0,23	26,1	2797	4048	2651	3735	2578	3422	2506	3119	2335	2807		
	0,28	36,4	2944	4269	2773	3973	2675	3640	2530	3306	2396	2980		
006	0,20	11,0	3831	5023	3667	445	3502	3797	3320	3675	3247	3552		
	0,25	15,4	3940	5363	3794	4925	3667	4484	3502	4285	3320	3798		
	0,30	20,1	4094	5576	3886	5014	3739	4577	3594	4370	3411	3975		
	0,35	26,6	4232	5955	3995	5493	3831	5043	3685	4582	3502	4119		

Nhiệt độ không khí vào dàn  $t_b = 24^\circ\text{C}$ ,  $t_{r_u} = 17.8^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 55\%$

Kiểu	Lưu lượng nước l/s	Tổn thất áp suất kPa	Nhiệt độ nước lạnh vào dàn °C						
			5	6	7	8	SH	TH	
008	0,27	21,1	5156	7194	4913	6642	4864	6282	4670
	0,37	33,2	5643	8036	5156	7427	4937	6682	4816
	0,47	54,7	5837	8588	5546	7931	5230	6996	1986
	0,57	71,6	5959	8973	5740	8282	5302	7131	5181
010	0,33	39,8	5669	8235	5488	7670	5410	7214	5101
	0,43	51,8	6097	8855	5901	8247	5693	7715	5484
	0,53	73,5	6285	9129	6084	8502	5959	7931	5654
	0,63	91,7	6547	9510	6337	8856	6075	8208	5891
012	0,40	43,5	7734	10477	7552	9669	7187	8861	6603
	0,50	77,8	8135	11257	7844	10371	7516	9503	6895
	0,60	99,8	8354	11591	7953	10704	7588	9863	7005
	0,70	123,0	8463	11925	8063	10999	7697	10084	7297
002	0,07	4,5	1293	1745	1226	1628	1185	1500	1149
	0,09	4,9	1396	2032	1329	1894	1292	1756	1239
	0,12	7,2	1463	2245	1414	2086	1365	1936	1305
	1,14	9,2	1529	2384	1435	2224	1395	2064	1324
003	0,10	6,9	2139	3222	2093	2944	2003	2841	1958
	0,13	10,8	2265	3473	2184	3245	2121	3091	2030
	0,17	14,0	2411	3801	2320	3501	2220	3321	2066
	0,20	20,3	2437	3932	2411	3700	2265	3415	2184

Nhiệt độ không khí vào dàn  $t_b = 24^\circ\text{C}$ ,  $t_{ru} = 17.8^\circ\text{C}$ ,  $\phi = 55\%$

Kiểu	Lưu lượng nước l/s	Tổn thất áp suất kPa	Nhiệt độ nước lạnh vào dàn $^\circ\text{C}$								
			5	6	7	8	9	SH	TH	SH	TH
004	0,13	10,8	2537	3310	2561	3425	2513	3194	2465	3062	2368
	0,18	17,6	2731	3942	2755	3833	2610	3805	2538	4385	2417
	0,23	26,1	2973	4530	2912	4226	2707	3912	2586	3491	2525
	0,28	36,4	3069	4811	2973	4351	2803	4146	2610	3916	2549
006	0,20	11,0	4132	5741	3987	5044	3824	4870	3697	4452	3588
	0,25	15,4	4241	6109	4096	5659	3951	5386	3783	4925	3697
	0,30	20,1	4331	6431	4241	5899	4042	5590	3932	4957	3806
	0,35	26,6	4531	6875	4367	6398	4132	5921	4042	5455	3843
008	0,27	21,1	5509	7951	5340	7388	5292	7009	5074	6613	4761
	0,37	33,2	5751	8892	5606	8577	5509	7764	5196	6905	4929
	0,47	54,7	6137	9496	5895	8834	5654	8061	5267	7139	5171
	0,57	71,6	6306	9914	5993	9928	5751	8544	5509	7871	5292
010	0,33	39,8	6299	9724	6098	9056	5883	8518	5668	7834	5389
	0,43	51,8	6774	10456	6557	9738	6326	9109	6094	8305	5795
	0,53	73,5	6984	10779	6760	10039	6522	9364	6283	8561	5974
	0,63	91,7	7275	11229	7042	10457	6794	9692	6546	8918	6223
012	0,40	43,5	8445	12127	8119	11288	7829	10462	7430	9622	7176
	0,50	77,8	8663	12977	8408	12121	8119	1187	7829	10340	7394
	0,60	99,8	8916	13416	8517	12382	8228	11501	7973	10737	7467
	0,70	123,0	9025	13803	8735	12854	8372	11904	8119	10954	7720

Kiểu	Lưu lượng nước /s	Tổn thất áp suất kPa	Nhiệt độ nước lạnh vào dàn °C					
			5	6	7	8	9	
002	0,07	4,5	1304	1913	1259	1787	1240	1670
	0,09	4,9	1438	2231	1380	2094	1336	1957
	0,12	7,2	1508	2453	1464	2305	1419	2146
	1,14	9,2	1566	2622	1534	2463	1444	2295
003	0,10	6,9	2243	3493	2147	3275	2051	3058
	0,13	10,8	2415	3928	2300	3685	2214	3441
	0,17	14,0	2530	4235	2444	3966	2291	3697
	0,20	20,3	2617	4452	2492	4171	2369	3889
004	0,13	10,8	2671	3931	2645	3683	2517	3446
	0,18	17,6	2914	4545	2863	4265	2709	3984
	0,23	26,1	3093	4975	2990	4664	2888	4351
	0,28	36,4	3297	5318	3118	4954	2965	4621
006	0,20	11,0	4159	6355	4121	6151	3929	5656
	0,25	15,4	4449	6841	4332	6524	4140	5935
	0,30	20,1	452	7148	4447	6900	4198	6203
	0,35	26,6	4715	7607	4524	7128	4332	6661
008	0,27	21,1	5929	9108	5725	8542	5418	7926
	0,37	33,2	6287	10181	5929	9122	5674	8535
	0,47	54,7	6619	10880	6281	10126	5904	9629
	0,57	71,6	6798	11361	6440	10650	6159	9940

Nhiệt độ không khí vào dàn  $t_b = 24^{\circ}\text{C}$ ,  $t_u = 17,8^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 55\%$

			Nhiệt độ Không khí vào dàn $t_b = 24^{\circ}\text{C}$ , $t_{\text{tu}} = 17,8^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 55\%$								
Kiểu	Lưu lượng nước l/s	Tổn thất áp suất kPa	Nhiệt độ nước lạnh vào dàn $^{\circ}\text{C}$								
			5	6	7	8	9	SH	TH	SH	TH
010	0,33	39,8	6665	11068	6452	10308	6361	9696	5997	8917	5702
	0,43	51,8	7168	11902	6938	11084	6693	10368	6448	9453	6132
	0,53	73,5	7390	12269	7153	11427	7007	10659	6648	9745	6321
	0,63	91,7	7698	12782	7451	11903	7143	11032	6926	10151	6585
012	0,40	43,5	8893	13615	8395	12761	7935	11909	7782	11068	7513
	0,50	77,8	9277	14471	8932	13803	8242	12574	7935	11675	7628
	0,60	99,8	9545	15221	9277	14396	8663	13037	8230	12331	7858
	0,70	123,0	9660	15497	9353	14531	9047	13565	8510	12598	7973

Trong catalog thương mại, năng suất lạnh của FCU và AHU được cho theo điều kiện tiêu chuẩn của nhà chế tạo, thường là nhiệt độ không khí vào dàn  $t_T = 27^\circ\text{C}$ ,  $t_{T,U} = 19,5^\circ\text{C}$ , nhiệt độ nước vào dàn  $7^\circ\text{C}$  ra  $12^\circ\text{C}$  và lưu lượng nước lạnh danh định cho từng loại dàn cụ thể.

Thông thường các dàn có 3 nấc quạt cao, trung bình và thấp (Hi, Med, Low). Năng suất lạnh được tính cho nấc quạt cao nhất HiFan. Ở nấc trung bình MedFan năng suất lạnh giảm còn  $84 \div 87\%$  và ở nấc quạt thấp LowFan năng suất lạnh chỉ còn lại  $72 \div 75\%$  so với năng suất lạnh danh định.

Khi chọn FCU và AHU cho các phòng, cần đảm bảo năng suất lạnh của dàn làm việc với điều kiện thực phải lớn hơn (hoặc bằng) tải lạnh xác định được cho phòng đó.

Khi có catalog kỹ thuật ta dễ dàng tra được năng suất lạnh thực. Khi không phải tiến hành tính toán gần đúng (theo) hệ số hiệu chỉnh. Bảng 4-28 giới thiệu quan hệ  $Q_0 = (t_T, t, t_1)$  của các FCU kí hiệu CMA của Carrier.

## VI. TÍNH CHỌN MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ XỬ LÝ KHÔNG KHÍ TẬP TRUNG

### 1. Đặc điểm cấu tạo

Hệ thống DHKK làm lạnh không khí tập trung là hệ thống sử dụng các buồng xử lý không khí tập trung gọi là các buồng điều không. Không khí sau khi được xử lí nhiệt ẩm ở các buồng điều không, không khí được vận chuyển bằng các đường ống dẫn khí đưa đến các không gian cần điều hòa nhờ quạt.

Buồng điều không được chia ra làm 2 loại:

- Buồng điều không kiểu khô là loại buồng điều không mà không khí được làm lạnh hoặc làm nóng nhờ trao đổi nhiệt cưỡng bức với môi chất lạnh hoặc nước qua các dàn trao đổi nhiệt có cánh.

- Buồng điều không kiểu ướt là loại buồng điều không mà không khí được làm lạnh hoặc làm nóng nhờ trao đổi nhiệt trực tiếp với nước lạnh hoặc nước nóng.

Ngày nay các buồng điều không được chế tạo sẵn ứng với từng loại công suất khác nhau. Thực chất các buồng điều không sử dụng trong hệ thống DHKK làm lạnh không khí tập trung là các AHU có công suất lớn. Vì vậy cấu tạo của các loại AHU này đã được trình bày ở mục V phần 1.3.c.

## 2. Tính chọn các buồng điều không

### 2.1. Tính chọn buồng điều không kiểu khô

Ngày nay hầu hết các buồng điều không kiểu khô đều được chế tạo sẵn đồng bộ, vì vậy thường gặp bài toán tính chọn thiết bị.

Các bước tính toán như sau:

1. Tính nhiệt.
2. Xây dựng sơ đồ DHKK.
3. Tính năng suất lạnh  $Q_0$ , năng suất gió  $L$ .
4. Chọn loại AHU (loại buồng điều không) có năng suất lạnh và năng suất gió phù hợp.

Chú ý:

Năng suất lạnh của AHU phải là năng suất lạnh được quy đổi theo điều kiện làm việc thực tế. Còn năng suất lạnh cho trong bảng là năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn.

### 2.2. Tính chọn buồng điều không kiểu trót

Cho biết trạng thái không khí trước khi xử lý ( $t_1$ ,  $\varphi_1$ ) nhiệt độ nước vào buồng phun  $t'_n$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), lưu lượng không khí cần xử lý  $L$  ( $\text{kg/s}$ ). Cũng biết trước đặc tính cấu tạo của buồng phun:

$Z$ : số dây phun

$N$ : số mũi phun

$f_k$ : tiết diện ngang,  $\text{m}^2$

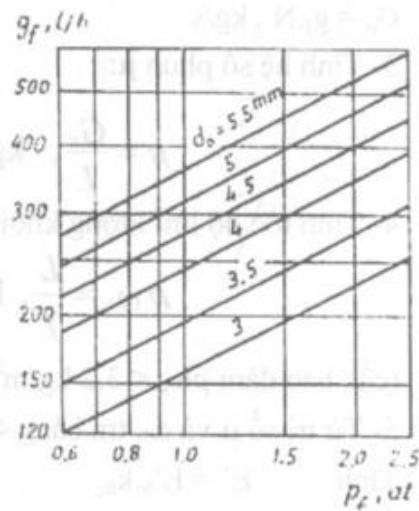
$d_0$ : đường kính lỗ phun, mm

$p_f$ : áp suất trước mũi phun, at

Cần kiểm tra trạng thái của không khí sau khi xử lý ( $t_2$ ,  $\varphi_2$ ), nhiệt độ nước ra khỏi buồng phun  $t''_n$ , năng suất lạnh  $Q_0$ .

Trình tự các bước

- 1- Xác định năng suất phun của mũi phun  $g_f$  theo  $d_0$  và  $p_f$  đã biết dựa vào đồ thị hình 4- 29



Hình 4-29: Quan hệ giữa  $g_f$  và  $p_f$

Bảng 4-29

		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	≥ 1,8
$E_a$	3,5 3,5÷5	0,82 0,75	0,86 0,77	0,89 0,79	0,91 0,82	0,93 0,84	0,96 0,85	0,96 0,87	0,96 0,89	0,96 0,89	0,96 0,89	0,96 0,89
$E_b$ $E'_b$	3,5	0,78 0,79	0,81 0,82	0,84 0,86	0,87 0,89	0,90 0,92	0,92 0,95	0,92 0,95	0,92 0,95	0,92 0,95	0,92 0,95	0,92 0,95
$E_b$ $E'_b$	3,5÷5	0,68 0,73	0,70 0,75	0,72 0,77	0,74 0,79	0,76 0,81	0,77 0,83	0,79 0,85	0,81 0,86	0,82 0,88	0,83 0,89	0,84 0,89

Ghi chú:  $E_a$  tương ứng quá trình đoạn nhiệt

Bảng 4-30

$\rho \omega_k$ , kg/m <sup>2</sup> s	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	≥ 3
$k_{hc}$	0,925	0,930	0,940	0,950	0,955	1,000

2- Tính lưu lượng nước phun  $G_n$ :

$$G_n = g_f \cdot N, \text{ kg/s} \quad (4-1)$$

3- Tính hệ số phun  $\mu$ :

$$\mu = \frac{G_n}{L}, \text{ kg/kg} \quad (4-2)$$

4- Tính tốc độ lưu lượng khối lượng của không khí:

$$\rho \omega_k = \frac{L}{f}, \text{ kg/m}^2\text{s}$$

(cần bảo đảm  $\rho \omega_k < 3,2 \text{ kg/m}^2\text{s}$ )

5- Từ trị số  $\mu$  và  $d_0$ , tra bảng 4-1, 4-2 xác định  $E'_b$ ,  $E_b$  và  $k_{hc}$ .

Tính  $E' = E'_b \cdot k_{hc}$

và  $E_n = E_b \cdot k_{hc}$ .

6- Tính nhiệt độ kế ướt của không khí sau khi xử lý

$$t_{w2} = (1 - E_n)(t_{w1} - t'_{n1}) + t''_{n1} \quad (4-3)$$

trong đó  $t''_{n1}$  chưa biết.

Mặt khác, có thể xác định nhiệt độ nước ra  $t''_{n1}$  theo quan hệ:

$$t''_n = t'_n + \frac{m_1 t_{u1} - m_2 t_{u2}}{\mu}, \quad (4-4)$$

Trong đó  $m_1$  và  $m_2$  là các hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào nhiệt độ được cho trong bảng 4-31 theo áp suất khí quyển  $B$  (trong bảng, trị số  $m_1$  xác định theo  $t_{u1}$  và  $m_2$  theo  $t_{u2}$ )

Bảng 4-31

$t, ^\circ C$	5	10	15	20	25	28
$B = 670 \text{ mmHg}$	0,89	0,698	0,67	0,685	0,73	0,764
$B = 745 \text{ mmHg}$	0,90	0,710	0,678	0,692	0,735	0,77

Tuy nhiên, để xác định  $m_2$  lại cần biết  $t_{u2}$ . Vì vậy dùng phương pháp tính lặp:

Trước hết, giả định một trị số nhiệt độ nước ra  $t''_n = t'_n + (3+5)^\circ C$ .

Sau đó theo (4-3) xác định trị số  $t_{u2}$ . Tiếp theo tra bảng 4-31 tính trị số  $m_1$  (theo  $t_{u1}$ ) và  $m_2$  theo ( $t_{u2}$ ). Theo (8.13), tính lại trị số  $t''_n$ . So sánh với trị số giả định, nếu sai lệch không lớn hơn 10% thì kết quả tính được là phù hợp.

Nếu sai lệch lớn hơn 10% thì tiếp tục các bước tính lặp cho đến khi đạt kết quả đủ chính xác.

Cuối cùng xác định  $t_{u2}$  theo (8.12) với trị số  $t''_n$  tính được.

7- Xác định  $I_2$  theo  $t_{u2}$  trên đồ thị I-d: Đường  $I_2 = \text{const}$  đi qua giao điểm của đường  $\varphi = 1$  với đường  $t_{u2} = \text{const}$ .

8- Xác định  $t_2$  theo  $E'$  bằng cách giải (8.2), trong đó  $E' = E'_b \cdot k_{hc}$

$$t_2 = t_{u2} + (1 - E')(t_1 - t_{u2})$$

9- Theo  $t_2$  và  $I_2$  (hoặc  $t_{u2}$ ), xác định trạng thái không khí của quá trình xử lý (điểm 2 trên đồ thị I-d), từ đó xác định trị số  $\varphi_2$  và  $d_2$ .

10- Tính năng suất lạnh:

$$Q_0 = I \cdot (I_1 - I_2).$$

11- Kiểm tra nhiệt lượng nước lạnh nhận được trong một đơn vị thời gian

$$Q_n = G_n c_{pn} (t''_n - t'_n)$$

(với  $c_{pn} = 4,2 \text{ kJ/kg.K}$ )

12- So sánh trị số  $Q_0$  và  $Q_n$ , sai lệch không vượt quá 10%.

Ví dụ

Kiểm tra buồng phun có  $f_k = 4,17 m^2$  gồm 2 dãy phun ( $z = 2$ ), mũi phun có  $d_0 = 5 mm$  gồm tổng số 144 chiếc kiểu Y - 1, áp suất nước trước mũi phun 1,5 atm, nhiệt độ nước vào  $t_n = 10,5^\circ C$ . Buồng phun có năng suất gió 46000kg/h, xử lý không khí từ trạng thái  $t_1 = 28^\circ C$ ,  $\varphi_1 = 70\%$  (áp suất khí quyển  $B = 760 mmHg$ ).

Trước hết cũng cần lập bảng các thông số

$t_1, ^\circ C$	$t_{u1}, ^\circ C$	$t_n, ^\circ C$	$I_1, kcal/kg$
28	23,8	10,5	17,0

Tiến hành theo các bước:

1- Xác định năng suất phun của mỗi mũi phun:

$g_f \approx 400 \text{ kg/h}$  (tra đồ thị hình 7-8).

2- Lưu lượng nước phun:

$G_n = 400 \cdot 144 = 57600 \text{ kg/h}$ .

3- Hệ số phun

$$\mu = \frac{G_n}{L} = \frac{57600}{46000} = 1,25 \text{ kg/kg}$$

4- Tốc độ lưu lượng khối lượng của không khí

$$\rho \omega_k = \frac{L}{3600 f_k} = \frac{46000}{3600 \cdot 4,17} = 3,07 \text{ kg/m}^2 \text{ s} > 3.$$

5- Tra bảng 8-1, 8-2

$E_b = 0,765$ ;  $E'_b = 0,82$ ;  $k_{hc} = 1$ .

6- Giả định nhiệt độ nước ra  $t''_n = t'_n + 3,5 = 10,5 + 3,5 = 14^\circ C$ .

Tính  $t_{u2} = (1 - E_n)(t_{u1} - t'_n) + i'_n$

$$= (1 - 0,765)(23,8 - 10,5) + 14 = 17,1^\circ C.$$

Tra bảng 8-3 ứng  $B = 760 mmHg$  có  $m_1(10,5^\circ C) = 0,695$ ;

$$m_2(17,1^\circ C) = 0,677$$

Theo (8-10) tính:

$$t''_n = 10,5 + \frac{0,695.23,8 - 0,677.17,1}{1,25} = 10,5 + 4 = 14,5^{\circ}\text{C}.$$

So với giả định ( $t''_n = 14^{\circ}\text{C}$ ) sai lệch nhỏ hơn 5%. Vậy  $t''_n = 14,5$ .

Theo (8-12) xác định được:

$$t_{u2} = (1 - 0,765)(23,8 - 10,5) + 14,5 = 17,6^{\circ}\text{C};$$

7- Tra đồ thị i-d với  $t_{u2} = 17,6^{\circ}\text{C}$ , có  $I_2 = 11,8 \text{ kcal/kg}$ .

8- Tính  $t_2$  theo (8-14).

$$t_2 = 17,6 + (1 - 0,82)(28 - 23,8) = 18,4^{\circ}\text{C}$$

9- Trên đồ thị i-d xác định trạng thái không khí sau xử lý với  $t_2 = 18,4^{\circ}\text{C}$ ;

$$t_{u2} = 17,6^{\circ}\text{C}, \varphi_2 = 0,93, d_2 = 12,2 \text{ g/kg}.$$

10- Kiểm tra năng suất lạnh cần:

$$Q_0 = 46000(17 - 11,8) = 239200 \text{ kcal/h.}$$

11- Kiểm tra nhiệt lượng nước lạnh nhận được

$$Q_n = G_n \cdot C_{pn}(t''_n - t'_n) = 57600.1.(14,5 - 10,5) = 230400 \text{ kcal/h.}$$

Sai lệch so với  $Q_0$  là 3,7% nhỏ hơn 10%.

Vậy việc tính kiểm tra kết thúc.

## Câu hỏi và bài tập

1. Hãy nêu phương pháp xác định năng suất lạnh thực của một máy lạnh khi máy lạnh đó làm việc ở điều kiện thực tế?

2. Xác định năng suất lạnh thực của một máy điều hòa nhiệt độ có máy nén kỹ hiệu P80, môi chất lạnh R22 có năng suất lạnh  $Q_{oTC}$  ( $t_o = 5^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{qn} = 15^{\circ}\text{C}$ ;  $t_k = 35^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{ql} = 30^{\circ}\text{C}$ ) bằng 216kW. Khi máy làm việc ở chế độ thực  $t_o = 0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{qn} = 10^{\circ}\text{C}$ ;  $t_k = 35^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{ql} = 30^{\circ}\text{C}$ ?

3. Hãy nêu đặc điểm cấu tạo và phương pháp chọn máy ĐHKK cục bộ?

4. Hãy nêu đặc điểm cấu tạo và phương pháp tính chọn máy ĐHKK kiểu tổ hợp?

5. Hãy nêu đặc điểm cấu tạo và phương pháp tính chọn máy ĐHKK đặc chủng?

6. Hãy nêu đặc điểm cấu tạo và phương pháp tính chọn máy ĐHKK xử lý nước tập trung?

7. Hãy nêu đặc điểm cấu tạo và phương pháp tính chọn máy ĐHKK xử lý không khí tập trung?

## Chương 5

# TRAO ĐỔI KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ VÀ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ, DẪN NƯỚC

### Mục tiêu

- Hiểu được cấu trúc của luồng không khí tự do trong không gian ĐHKK.
- Nắm được các phương pháp tổ chức trao đổi không khí trong phòng ĐHKK.
- Hiểu được kết cấu của các đường ống dẫn khí và các miệng thổi.
- Tính toán thiết kế được đường ống dẫn khí và dẫn nước.
- Tính chọn được bơm và quạt.

### Nội dung tóm tắt

- Các khái niệm chung.
- Tổ chức trao đổi không khí trong phòng.
- Kết cấu đường ống dẫn không khí và các miệng thổi.
- Tính toán thiết kế đường ống dẫn khí và dẫn nước.
- Tính chọn bơm và quạt.

## I. KHÁI NIỆM

### 1. Sự luân chuyển không khí trong nhà

Như đã biết, mục đích thông gió và điều hòa không khí là thực hiện sự thay đổi không khí trong nhà đã bị ô nhiễm bởi nhiệt, ẩm, bụi ... bằng không khí mới đã được xử lý trước (ĐHKK) hoặc bằng không khí ngoài trời (thông gió). Thực chất là tác động vào hệ (tức không khí trong nhà) tác nhân điều khiển K để đưa hệ về trạng thái cân bằng mong muốn. Như vậy việc trao đổi không khí trong nhà đóng vai trò rất quan trọng trong việc DHKK.

Sự trao đổi không khí trong nhà được thực hiện nhờ sự chuyển động của không khí. Có thể nhận thấy trong nhà có các dòng không khí luân chuyển sau:

Trước hết, do trong nhà có thải nhiệt từ các nguồn nhiệt nên có chênh lệch nhiệt độ không khí ở các vị trí khác nhau, kết quả là xuất hiện các dòng không khí đối lưu tự nhiên (đối lưu nhiệt). Các dòng đối lưu tự nhiên có chiều chuyển động như sau: dòng khí nóng bốc lên cao, dòng khí lạnh chuyển động xuống thấp. Trong nhiều gian phòng người ta đã thực hiện thông gió nhờ các dòng đối lưu tự nhiên nhiệt này. Ngoài ra, trong nhà còn có thể có các nguồn thải âm, chúng cũng tạo ra sự chênh lệch mật độ không khí ở các điểm khác nhau và do đó cũng góp phần làm xuất hiện dòng đối lưu tự nhiên.

Khi trong nhà có thông gió cường bức hoặc có ĐTKK sẽ có dòng đối lưu cường bức từ các miệng thổi gió thoát ra dưới dạng các luồng không khí mà cấu trúc của chúng sẽ được nghiên cứu kỹ hơn ở phần tiếp theo. Trong đại đa số trường hợp, dòng đối lưu cường bức luôn đóng vai trò quyết định đối với sự trao đổi không khí trong nhà. Đặc biệt khi dòng đối lưu cường bức xâm nhập vào dòng đối lưu tự nhiên sẽ tạo ra sự xáo trộn không khí mãnh liệt, tạo hiệu quả trao đổi không khí cao.

Đồng thời với các dòng đối lưu cường bức và đối lưu tự nhiên còn có dòng đối lưu khuếch tán do sự xâm nhập của không khí xung quanh đi vào luồng do có chênh lệch tốc độ ở trong và ngoài biên của luồng. Dòng đối lưu khuếch tán góp phần rất quan trọng tạo ra sự xáo trộn không khí trong toàn khối tích không khí trong nhà, đặc biệt trường hợp số lượng miệng thổi gió chỉ có hạn. Sự khuếch tán của không khí xung quanh đi vào luồng chính còn có tác dụng làm suy giảm tốc độ không khí khá đồng đều ở vùng làm việc với trị số cho phép (thông thường tốc độ gió ra khỏi miệng thổi lớn gấp nhiều lần tốc độ ở vùng làm việc. Vùng làm việc là khoảng không gian sàn đến độ cao 2m).

Chính vì những lí do đã nêu trên mà vị trí miệng thổi gió được bố trí ở đâu sẽ ảnh hưởng không nhỏ tới sự trao đổi không khí trong phòng.

Khi trong phòng có bố trí hệ thống hút thì sẽ có dòng đối lưu cường bức ở gần các miệng hút. Dòng đối lưu cường bức gần miệng hút cũng đóng vai trò quan trọng khi trong nhà có bố trí thông gió hệ thống hút. Còn khi có bố trí miệng hút lấy gió hồi trong hệ thống ĐTKK thì dòng này chỉ có tác dụng mạnh ở phạm vi gần miệng hút, còn ở xa hơn tác dụng rất yếu, do đó vị trí của miệng gió hồi không ảnh hưởng nhiều đến trao đổi không khí trong nhà khi có ĐTKK.

Ngoài ra, khi dòng đối lưu cường bức có nhiệt độ khác với nhiệt độ không khí trong phòng (trường hợp có dòng khí lạnh hoặc khí nóng từ miệng thổi gió của hệ thống ĐTKK) còn có dòng đối lưu tự nhiên bên trong dòng đối lưu cường bức do dòng không khí đẳng nhiệt, dòng không khí lạnh sẽ có xu hướng chuyển động từ trên cao xuống dưới thấp, còn dòng không khí nóng sẽ bốc lên cao. Như vậy, khi bố trí miệng thổi gió của hệ thống ĐTKK cần chú ý đến tính chất của dòng đối lưu cường bức không đẳng nhiệt, có gắng cấp gió lạnh từ trên cao, cấp gió nóng từ dưới thấp.

## 2. Hiệu quả trao đổi không khí trong nhà

Từ chương 3 ta đã biết, để duy trì trạng thái không khí trong hệ ổn định khi trong hệ có các biến động về nhiệt, ẩm... ta cần tác động vào hệ (tức không khí trong nhà) các tác nhân điều khiển  $K_Q$ ,  $K_W$ , ... bằng cách đưa vào một lượng không khí có trạng thái V (với nhiệt độ  $t_V$ ), tiến hành trao đổi với không khí trong nhà để đạt đến trạng thái T (với nhiệt độ  $t_T$ ) nào đó rồi thải ra, ... Khi thành lập sơ đồ ĐHKK ta cũng coi trạng thái không khí trong nhà là đồng đều tại mọi điểm (T). Trong thực tế, do sự trao đổi không khí trong nhà không thể thực hiện một cách lý tưởng nên trạng thái không khí trong nhà sẽ khác nhau tại vị trí thổi vào ( $t_V$ ), tại vùng làm việc ( $t_L$ ) và tại vị trí cửa thải khí ra ( $t_R$ ).

Để đánh giá mức độ hoàn hảo của sự trao đổi không khí trong nhà, người ta dựa vào hệ số hiệu quả trao đổi không khí  $k_E$ :

$$k_E = (t_R - t_V) / (t_L - t_V)$$

(sở dĩ người ta đánh giá theo nhiệt độ vì đó là đại lượng dễ đo và cũng là yếu tố tạo cảm giác rõ nhất).

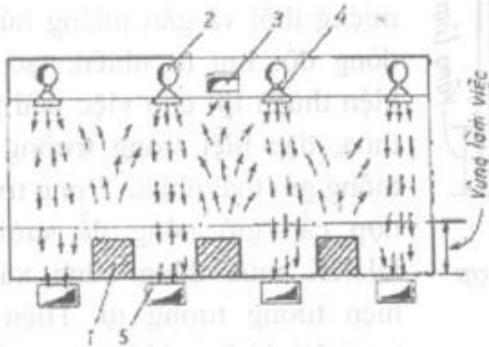
Trị số  $k_E$  càng lớn thì sự trao đổi không khí càng tốt và do đó lượng không khí thực tế cần cấp vào càng ít. Trị số  $k_E$  có thể lớn hơn một hoặc nhỏ hơn một tùy theo cách tổ chức trao đổi không khí trong nhà (tức là cách bố trí các miệng thổi gió và hút gió).

Để nghiên cứu ảnh hưởng của sự thổi gió và hút gió đối với quá trình trao đổi không khí trong nhà, trước hết cần có một số hiểu biết nhất định về luồng không khí.

## II. TỔ CHỨC TRAO ĐỔI KHÔNG KHÍ TRONG PHÒNG

Tổ chức trao đổi không khí là sự bố trí hệ thống các miệng thổi, hút không khí trong nhà. Sự thổi không khí vào phòng từ các miệng thổi được gọi là sự

cấp gió. Có nhiều cách tổ chức trao đổi không khí khác nhau. Thường gặp hơn cả là các cách sau đây:



Hình 5-1. Sơ đồ cung cấp gió từ phía trên kết hợp với hút dưới.

cả với dòng đối lưu do luồng không đẳng nhiệt nếu cấp khí lạnh), gây ra sự xáo trộn mãnh liệt không khí trong phòng. Mặt khác, dòng đối lưu khuếch tán cũng góp phần đáng kể vào sự trao đổi không khí trong phòng. Kết quả là nhiệt thừa và ẩm thừa thải ra khỏi phòng theo các miệng hút. Hệ số hiệu quả trao đổi không khí đạt được trị số  $k_E = 1 \div 1,3$ .

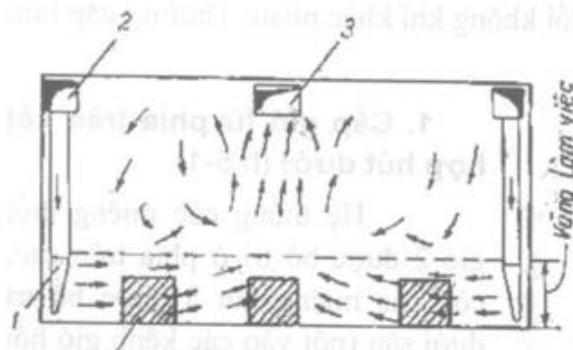
Phương thức trao đổi không khí này có ưu điểm là tạo được sự xáo trộn không khí mạnh, đặc biệt trong trường hợp ĐHKK cấp gió lạnh. Đó là do dòng đối lưu cưỡng bức từ miệng thổi và dòng đối lưu tự nhiên do luồng không đẳng nhiệt cùng đi xuống ngược chiều với dòng khí nóng phát sinh từ các nguồn nhiệt và cùng chiều với dòng khí đi vào miệng hút. Mặt khác, kênh gió hồi đặt ngầm tạo điều kiện thu gom bụi tốt hơn đồng thời tăng được mặt bằng bố trí thiết bị. Nhược điểm của kênh gió ngầm là phải tiến hành xây lắp đồng thời với gian máy. Ngoài ra không khí được dẫn trong kênh ngầm dễ bị nấm mốc làm ô nhiễm nếu không có thiết bị xử lý (phun rửa bằng nước phun). Vì những lẽ đó phương thức này được sử dụng phổ biến trong các hệ thống ĐHKK của các xí nghiệp công nghiệp mới xây dựng, nhất là các hệ thống sử dụng buồng phun.

## 2. Cung cấp gió từ dưới kết hợp hút trên (h5-2)

Ống dẫn gió chính 2 được đặt trên cao rồi dẫn xuống vùng làm việc. Không khí cấp từ các miệng thổi 1 đặt áp tường sẽ tràn ngập vùng làm việc

### 1. Cung cấp gió từ phía trên kết hợp hút dưới (h.5-1)

Hệ thống các miệng thổi gió 2 được bố trí ở phía trên cao, còn các miệng hút 5 được bố trí dưới sàn (nối vào các kênh gió hồi đặt ngầm dưới sàn). Không khí thoát ra từ miệng thổi có tốc độ khá lớn tạo thành các dòng đối lưu cưỡng bức, kết hợp với các dòng đối lưu tự nhiên phát sinh từ các nguồn nhiệt 1 trong phòng (và



Hình 5-2. Sơ đồ cấp gió từ dưới kết hợp với hút trên

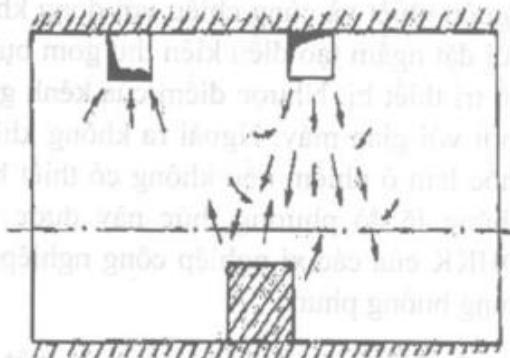
trường hợp này đạt tới trị số  $1,7 \div 2$ . Tuy vậy nếu cấp gió lạnh khi ĐHKK mùa hè thì dòng đối lưu tự nhiên do luồng không đẳng nhiệt có xu hướng đi xuống sẽ cản trở chuyển động của các dòng đi lên làm hiệu quả trao đổi không khí kém đi.

Tóm lại, phương thức này đạt hiệu quả cao khi cấp gió nóng sưởi ấm hoặc khi thông gió thải nhiệt. Trong nhiều trường hợp tổ chức thông gió, người ta thậm chí thay việc cấp gió cơ giới bằng cấp gió tự nhiên từ cửa mở hoặc thay thế thải gió cường bức bằng thải gió tự nhiên qua cửa mái cũng đạt hiệu quả thải nhiệt rất tốt (xem chương 13).

### 3. Cấp gió từ trên cao kết hợp hút trên (h.5-3)

Khi tổ chức trao đổi không khí trong hệ thống ĐTKK người ta ít quan tâm đến việc bố trí miệng hút ở trên cao hay dưới thấp, vì dòng đối lưu gần miệng hút rất yếu và không đóng vai trò gì trong trao đổi không khí (mục đích bố trí miệng hút chỉ để tạo cho sự tuần hoàn không khí trong hệ thống mà thôi). Vì vậy trong nhiều trường hợp người ta bố trí miệng hút ở cao gần với miệng thổi. (h.5-3).

của gian máy và tại đó nhận nhiệt, âm từ các nguồn 4 thải ra. Như vậy dòng đối lưu cường bức từ miệng thổi và gần miệng hút với dòng đối lưu tự nhiên, tạo điều kiện thuận lợi cho việc thải nhiệt thừa, đặc biệt trong trường hợp thông gió thải nhiệt. Trong trường hợp cấp gió nóng để sưởi ấm ĐHKK mùa đông cũng xảy ra hiện tượng tương tự. Hiệu quả trao đổi không khí trong những

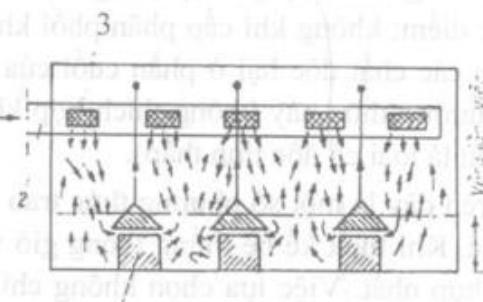


Hình 5-3. Sơ đồ cấp gió từ trên cao kết hợp hút trên.

Đôi khi người ta cũng sử dụng phương thức này cho thông gió công nghiệp nếu lượng không khí cần cấp vào nhiều và tốc độ gió vùng làm việc yêu cầu lớn.

#### 4. Cấp gió trên cao kết hợp hút cục bộ (h.5-4).

Trong những trường hợp ở gian máy có phát sinh các chất độc hoặc các nguồn độc hại có tích tụ lớn thì phải tiến hành thông gió hút cục bộ. Khi đó đồng thời phải cấp gió vào phòng để duy trì áp suất không khí trong phòng không bị âm. Phương thức cấp gió phổ biến là

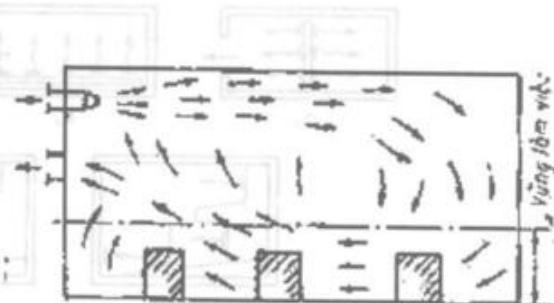


Hình 5-4. Sơ đồ cấp gió từ trên cao kết hợp với hút cục bộ.

Chất độc hại được hút ra từ các thiết bị hút cục bộ đặt phía trên các thiết bị phát sinh độc hại 1; không khí cấp từ ống dẫn 2 được thổi vào phòng qua các miệng thổi gió 3, sau đó nhanh chóng hòa lẫn với không khí ở phía trên vùng làm việc, cuối cùng được thải ra ngoài qua hệ thống hút cục bộ do không khí ô nhiễm hầu hết đã đi vào miệng hút cục bộ, mặt khác dòng đối lưu gần miệng hút cục bộ cũng khá mạnh nên quá trình trao đổi không khí chủ yếu diễn ra ở vùng quanh miệng hút và tại vùng làm việc. Hiệu quả trao đổi không khí chỉ đạt trị số  $0,6 \div 0,75$  (nếu dùng miệng thổi lưới), hoặc cũng chỉ tới  $1 \div 1,1$  (nếu dùng miệng thổi hình băng).

#### 5. Cấp gió tập trung (h.5-5).

Trong những trường hợp cần thải nhiệt hoặc ẩm tích tụ ở một vùng nào đó ra khỏi phòng, có thể sử dụng phương thức cấp gió tập trung: luồng không khí được thổi ra từ miệng thổi với tốc độ lớn tạo thành luồng tan biến chậm. Trên đường đi, luồng gió này tạo ra sự xáo trộn không khí trong phòng khá mạnh nhờ sự phát sinh các



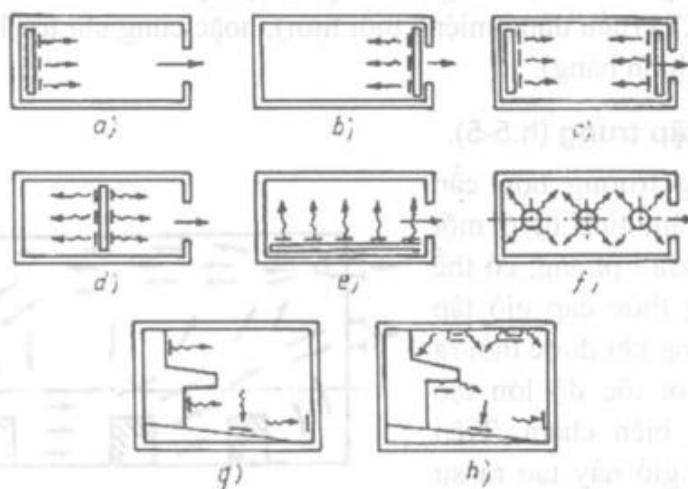
Hình 5-5. Sơ đồ cấp gió tập trung.

dòng đối lưu khuếch tán. Tại đoạn đầu của luồng tốc độ dòng cưỡng bức lớn hơn nên sự khuếch tán mạnh hơn ở cuối luồng. Ngược lại, phần cuối của dòng khí lại có bán kính luồng lớn nên vẫn tạo ra được sự trao đổi không khí suốt chiều dài căn phòng. Hệ số hiệu quả trao đổi không khí có thể tới  $0,9 \div 1$ .

Phương thức cấp gió tập trung thực hiện đơn giản, rẻ tiền nhưng có nhiều nhược điểm: không khí cấp phân phối không đồng đều, hơn nữa lại gây ra sự tích tụ các chất độc hại ở phần cuối của luồng gió (vùng gần miệng hút). Vì vậy phương thức này không thích hợp khi gian máy có phát sinh bụi và chất độc (dù là loại có độc tính thấp).

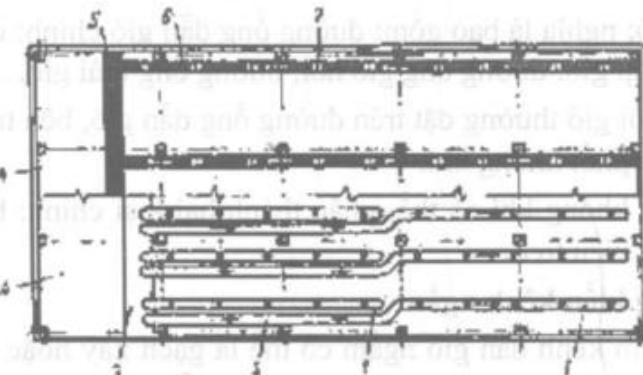
Trên đây là một số phương thức trao đổi không khí thường gặp nhất trong thực tế. Khi thiết kế hệ thống thông gió và ĐHKK cần lựa chọn phương thức thích hợp nhất. Việc lựa chọn không chỉ căn cứ vào hiệu quả trao đổi không khí mà còn phải chú ý đến các yếu tố khác nữa như: nhiệt độ gió cấp, đối tượng cần được cấp gió, mức độ cấp gió đồng đều cần đạt được, độ ồn cho phép, tốc độ gió cho phép, ... và đặc biệt hình dạng, kích thước phòng và cảnh quan kiến trúc của căn phòng được cấp gió.

Trên hình 5-6 trình bày một số phương án trao đổi không khí đối với các căn phòng có kích thước trung bình (a, b, c, d, e, f) và đối với các phòng có khán giả (g, h) (như rạp hát, hội trường, ... có gác lửng); trên hình 5-7 trình bày mặt bằng bố trí các đường ống gió của một gian điều hòa có kênh gió ngầm.



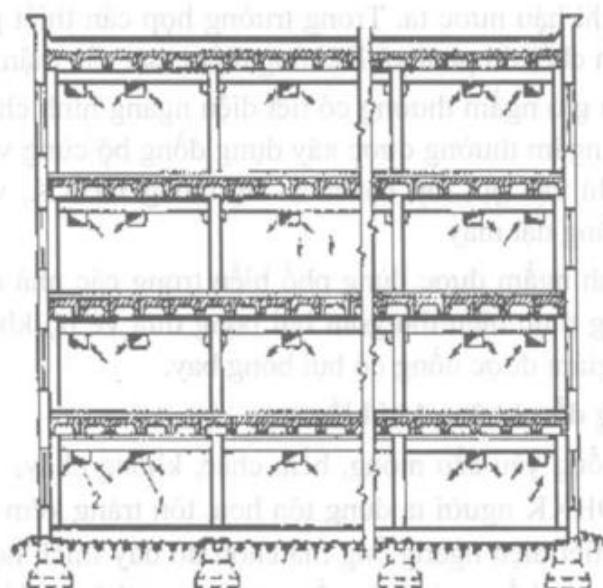
Hình 5-6.

Một số phương án trao đổi không khí trong nhà.



Hình 5-7. Mặt bằng bố trí đường ống của gian điều hòa có kênh gió ngầm.

Trên hình 5-8 trình bày mặt cắt đứng một tòa nhà nhiều tầng có đường ống gió thổi trên, hút trên nắp kiều treo.



Hình 5-8. Sơ đồ bố trí đường ống cấp gió và miệng thổi trên cao.

### III. KẾT CẤU ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ VÀ CÁC MIỆNG THỔI

#### 1. Kết cấu đường ống dẫn không khí

Đường ống dẫn không khí làm nhiệm vụ đưa không khí từ quạt gió tới các miệng thổi gió (đường ống cấp gió), hoặc từ miệng hút gió tới quạt gió hồi

hoặc quạt thải gió; nghĩa là bao gồm: đường ống dẫn gió chính; các ống nhánh trên đường ống cấp gió; đường ống gió hồi; đường ống thải gió, ...

Các miệng thổi gió thường đặt trên đường ống dẫn gió, bên trong gian máy để thực hiện phân phối không khí.

Hệ thống dẫn không khí có thể phân thành hai loại chính: hệ thống kênh ngầm và hệ thống kiều treo.

### **1.1. Hệ thống kiều kênh ngầm**

Vật liệu để làm kênh dẫn gió ngầm có thể là gạch xây hoặc bêtông. Kênh dẫn gió được đặt phía dưới sàn (trong đường ống dẫn gió thường kết hợp bố trí cả các đường dây cáp điện, dây điện thoại, ống nước, ...) khiến cho gian máy gọn gàng, vận hành thuận tiện, dễ thu gom bụi.

Kênh dẫn gió ngầm thường để dẫn gió hồi, rất ít khi làm ống dẫn gió cấp vì không khí đã xử lý đi trong kênh ngầm dễ bị ô nhiễm bởi ẩm, mốc; nhất là trong điều kiện khí hậu nước ta. Trong trường hợp cần thiết phải sử dụng (do không gian bị hạn chế) thì phải xử lí chống thấm thật cẩn thận.

Các kênh dẫn gió ngầm thường có tiết diện ngang hình chữ nhật hoặc hình vuông. Các kênh ngầm thường được xây dựng đồng bộ cùng với toàn nhà máy, ít khi sử dụng khi cải tạo, lắp đặt mới hệ thống DHKK, vì khi đó dễ ảnh hưởng đến mặt bằng đặt máy.

Hệ thống kênh ngầm được dùng phổ biến trong các nhà máy sợi dệt. Các kênh gió hồi cũng thực hiện thu gom bụi bông đưa về bộ khử bụi, khiến cho không gian máy giảm được nồng độ bụi bông bay.

### **1.2. Hệ thống dẫn không khí kiều treo**

Vật liệu làm ống yêu cầu mỏng, bền, chắc, không cháy, ... Thông thường trong hệ thống DHKK người ta dùng tôn hoa, tôn tráng kẽm có bề dày từ 0,5 đến 1,5 mm (tùy tiết diện ngang ống mà chọn độ dày thích hợp). Có thể dùng tôn đen có phủ sơn chống gi. Một số trường hợp thông gió công nghiệp có dùng thép không gỉ hoặc chất dẻo do môi trường có tính ăn mòn cao.

Các ống dẫn khí lạnh thường được bọc một lớp vật liệu cách nhiệt (bông thủy tinh, stiropo,...) phía ngoài được bọc lớp màng nhôm mỏng chống ẩm; ngoài cùng bọc lưới thép mỏng để bảo vệ chống chuột, bọ gặm nhám, ... Nếu ống dẫn không khí lạnh đi ngoài trời thì thay lưới thép và màng nhôm bằng vỏ bọc bằng tôn kẽm để tránh mưa nắng (vỏ bọc phải đảm bảo độ kín để nước mưa không làm ẩm vật liệu cách nhiệt).

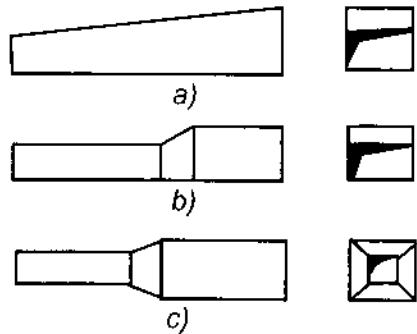
Nếu ống dẫn đi dưới trần bên trong gian máy thì không cần học cách nhiệt.

Để tiện cho việc chế tạo và lắp ráp, các ống dẫn gió thường được chế tạo thành từng đoạn ngắn và được ráp nối với nhau bằng các mặt bích có đệm cao su.

Việc treo đỡ ống trên trần hoặc sát trên tường tùy thuộc cảnh quan kiến trúc và tình hình cụ thể của từng nhà máy, dầm đỡ, tường bao, ...

Hình dáng các ống dẫn gió kiểu treo khá đa dạng. Có thể chế tạo các ống có tiết diện ngang là tròn hoặc vuông hoặc chữ nhật. Ống tiết diện chữ nhật hiện nay được dùng phổ biến hơn cả vì dễ chế tạo, nhất là các đoạn cút, tê. Mặt khác, ống tiết diện chữ nhật tiết kiệm được không gian treo đỡ ống, đặc biệt đối với các gian máy có trần không cao l้า có thể chế tạo các ống “dẹt” (tiết diện  $300\text{m} \times 800\text{m}$  hay thậm chí  $300\text{mm} \times 1200\text{mm}$ ) có làm thêm các gân tăng độ cứng. Nếu dùng ống tròn tiết diện ngang tương đương sẽ rất xấu (ống tròn tương đương  $\varnothing 550\text{mm}$  hay  $\varnothing 680\text{mm}$ ).

Các ống dẫn gió có lưu lượng thay đổi được chế tạo có tiết diện ngang cũng thay đổi. Sự thay đổi kích thước tiết diện ngang có thể đều đặn hoặc thực hiện hạ bậc (h.5.9). Với các ống tiết diện vuông hoặc chữ nhật người ta thường cố định kích thước một chiều nào đó của tiết diện ngang.



Hình 5-9. Tiết diện các loại đường ống.

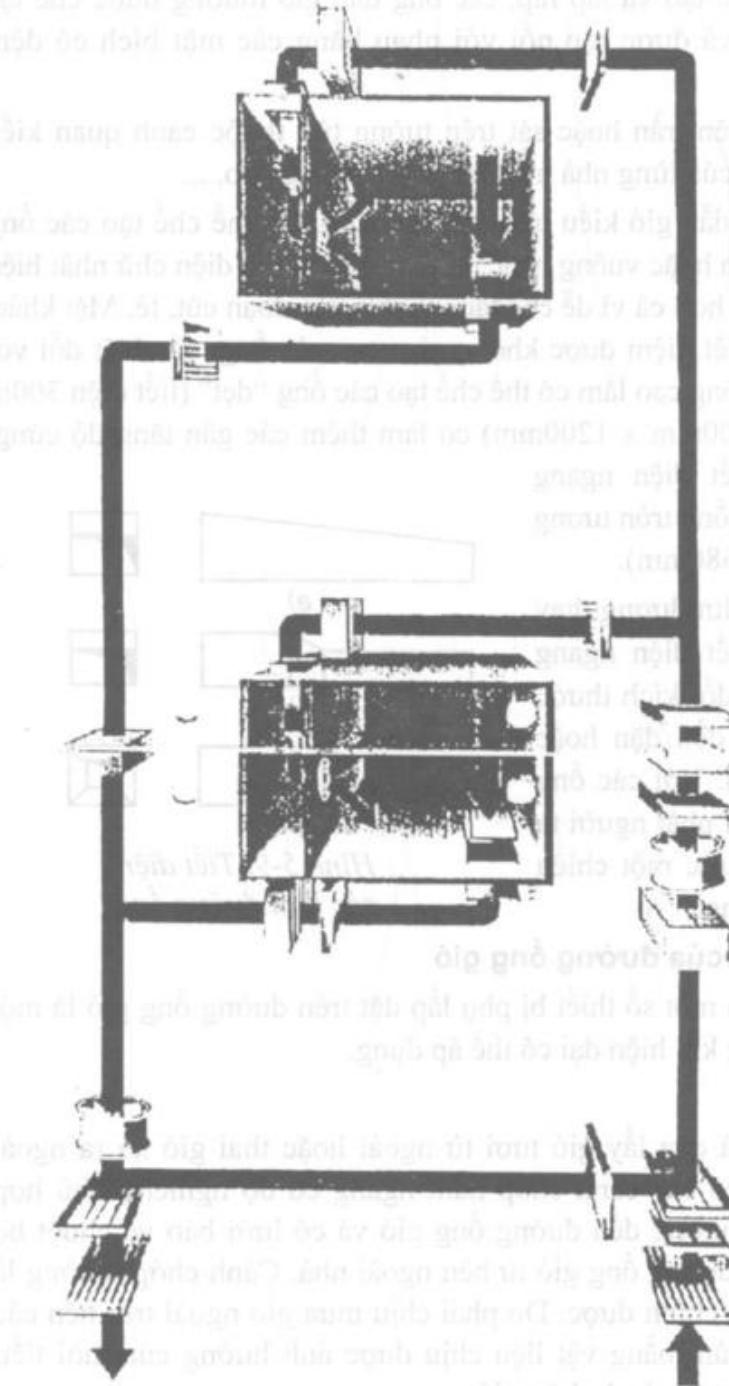
## 2. Các thiết bị phụ của đường ống gió

Hình 5-10 giới thiệu một số thiết bị phụ lắp đặt trên đường ống gió là một hệ thống điều hòa không khí hiện đại có thể áp dụng.

### 2.1. Chớp gió

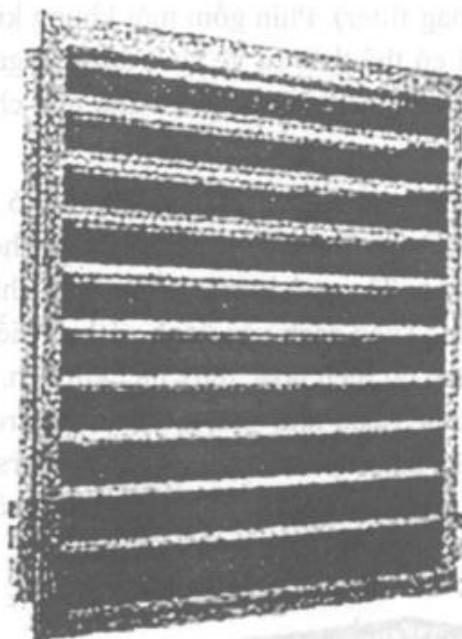
Chớp gió (louvre) là cửa lấy gió tươi từ ngoài hoặc thải gió xả ra ngoài trời. Chớp gió thường có các cánh chớp nằm ngang có độ nghiêng phù hợp tránh mưa hắt vào ánh hướng đèn đường ống gió và có lưới bảo vệ chuột bọ hoặc chim chóc lọt vào đường ống gió từ bên ngoài nhà. Cánh chớp thường là loại cố định, không điều chỉnh được. Do phải chịu mưa gió ngoài trời nên các chớp gió thường được làm bằng vật liệu chịu được ánh hướng của thời tiết. Hình 5-10 giới thiệu cấu tạo của 1 chớp gió.

hệ thống điều hòa này có thể tối ưu hóa năng lượng nồng độ nước mưa, và nó có thể cung cấp nước mưa cho các ứng dụng khác như tưới cây, tưới cây và tưới cây. Hệ thống điều hòa này có thể tối ưu hóa năng lượng nồng độ nước mưa, và nó có thể cung cấp nước mưa cho các ứng dụng khác như tưới cây, tưới cây và tưới cây.



Hình 5-10 Các thiết bị phụ lắp trên đường ống gió:

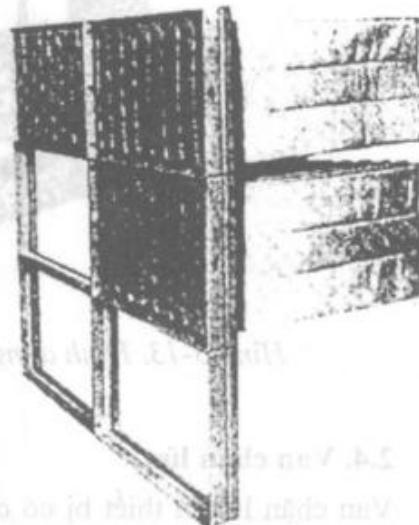
1. chớp gió ngoài (external louvre); 2. phin lọc gió (air filter); 3. van gió nhiều lá (multi leaf damper); 4. phin lọc kiểu túi (bag filter); 5. quạt (fan); 6. bộ sưởi sơ bộ (preheater); 7. dàn lạnh; 8. bộ tăng âm có chấn bụi nước (humidifier with moisture elimination); 9.bộ sưởi chính (main heater); 10. hộp giảm âm (sound attenuator); 11. van chặn lửa (fire damper); 12. hộp điều chỉnh lưu lượng (VAV assembly); 13. miếng thời khuếch tán gắn trần (ceiling diffuser); 14. ghi gió. (grille).



Hình 5-11. Hình dáng bên ngoài của một chớp gió.

## 2.2. Phin lọc gió

Phin lọc gió (air filter) còn gọi là phin lọc bụi hoặc bộ lọc bụi sử dụng để lọc bụi cho phòng điều hòa không khí. Tùy theo chức năng của phòng cũng như nồng độ bụi cho phép mà có thể lựa chọn kiểu phin lọc gió có khả năng lọc bụi khác nhau. Trong các phòng điều hòa tiện nghi thông thường, phin lọc là các loại tấm lưới lọc. Trong các hệ thống điều hòa trung tâm thường dùng loại túi vải. Với các yêu cầu cao hơn có thể sử dụng bộ lọc tĩnh điện, bộ lọc lưới tấm dầu. Đối với các phòng sạch như điện tử, vi mạch hoặc phòng sản xuất thuốc cần phải sử dụng các bộ lọc hiệu suất cao đặc biệt. Hình 5.12 giới thiệu

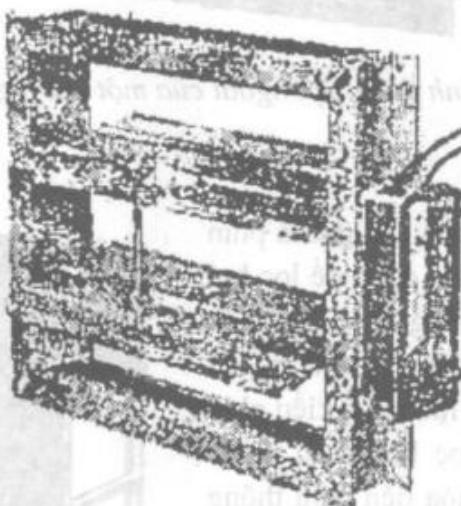


Hình 5-12. Một dạng phin lọc kiểu túi.

một phin lọc kiểu túi (bag filter). Phin gồm một khung kim loại với các túi vải xếp song song. Túi vải có thể tháo ra vệ sinh được. Ngày nay, ngoài lọc bụi, một số phin lọc còn trang bị thêm các bộ phận khử mùi cho không khí.

### 2.3. Van gió

Van gió (damper) dùng để điều chỉnh lưu lượng gió kể cả đóng mở ON – OFF đường gió. Van gió có nhiều loại khác nhau. Theo hình dáng có loại vuông, chữ nhật hoặc tròn. Theo số lượng lá gió điều chỉnh có thể là loại một lá (tấm), 2 hoặc nhiều lá. Theo cách vận hành có loại điều chỉnh bằng tay, có loại điều chỉnh bằng động cơ điện hoặc thủy lực, khí nén. Theo công dụng chia ra nhiều loại van gió khác nhau như van gió sử dụng trong công nghiệp, van gió tự đóng mở cửa gió theo áp suất (pressure dampers), van gió một chiều (non return damper) ... Hình 5-13 giới thiệu hình dáng và kết cấu của một van gió điều khiển bằng điện dùng để điều chỉnh lưu lượng.

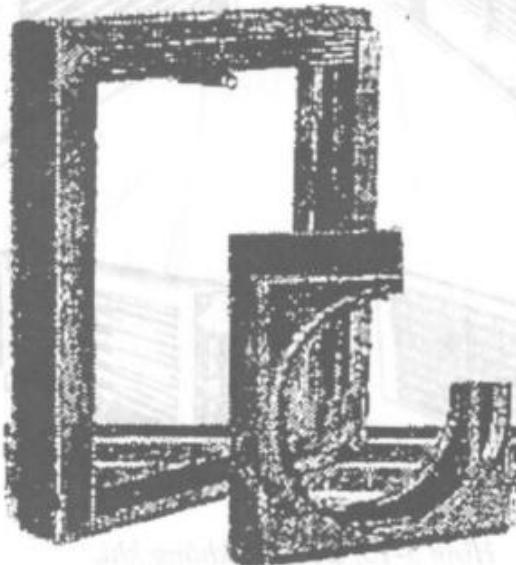


Hình 5-13. Hình dạng một van gió điều chỉnh bằng điện.

### 2.4. Van chặn lửa

Van chặn lửa là thiết bị có cấu tạo gần giống như một van gió nhưng có khả năng tự động đóng chặt đường gió vào và ra, cò lập phòng có hỏa hoạn ra khỏi hệ thống đường ống gió để tránh lây lan hỏa hoạn. Hình 5.12 giới thiệu hình dáng bên ngoài và cấu tạo của một van chặn lửa. Van chặn lửa gồm một

khung kim loại và có các cánh xếp cung bằng kim loại. Các cánh xếp được giữ căng nhờ lò xo và xếp gọn ở phía trên khung. Lò xo được giữ bằng một cầu chày. Khi nhiệt độ đạt  $72^{\circ}\text{C}$  (một số loại ở  $68^{\circ}\text{C}$ ) cầu chày cháy ra, các cánh xếp ập xuống nhờ trọng lực và lực lò xo đóng kín cửa thông gió, cô lập phòng có hỏa hoạn.

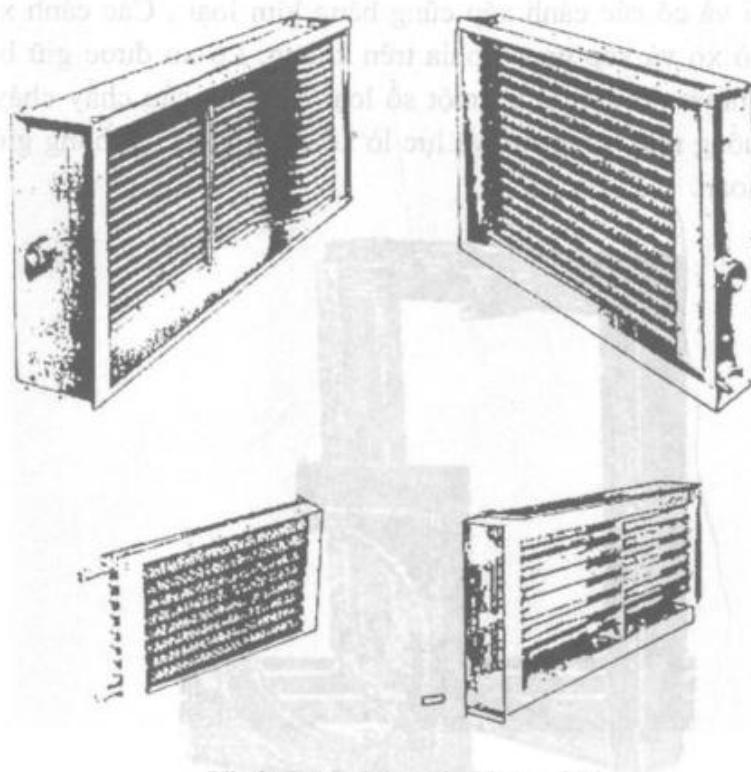


Hình 5-14. van chặn lửa

Hình dáng của van chặn lửa.

## 2.5. Bộ sưởi không khí

Bộ sưởi không khí (heater) còn được gọi là bộ sấy, bộ gia nhiệt. Có thể phân bộ sưởi ra nhiều loại khác nhau: căn cứ vào vị trí lắp đặt: trước, giữa hoặc sau bộ xử lý không khí gọi là bộ sưởi sơ bộ (preheater), bộ sưởi chính (main heater) hoặc bộ sưởi bổ sung (after heater); căn cứ vào nguồn nhiệt phân ra loại chạy bằng hơi nước, bằng nước nóng, bằng điện hoặc bằng gas. Bộ sưởi không khí chủ yếu sử dụng trong mùa đông để sưởi ấm phòng, ngoài ra bộ sưởi còn được sử dụng để điều chỉnh nhiệt độ thổi vào trong mùa hè, điều chỉnh độ ẩm của không khí khi cần thiết. Hình 5-15 giới thiệu hình dáng một số bộ sưởi không khí sử dụng nước nóng, hơi nước hoặc điện.



Hình 5-15. Bộ sưởi không khí.  
a) Dùng hơi nước; b) Dùng nước nóng; c) Dùng điện.

## 2.6. Hộp điều chỉnh lưu lượng

Hộp điều chỉnh lưu lượng (VAV – assembly) đôi khi còn gọi là hộp gió cuối (air – terminal boxes) thường được lắp trước các miệng thổi khuếch tán để điều chỉnh lưu lượng gió vào trong các hệ thống ống gió có điều chỉnh lưu lượng gió. Hình 5-16 giới thiệu một loại hộp điều chỉnh lưu lượng cũng như nguyên tắc làm việc của hộp (VAV – terminal box).

Hộp điều chỉnh lưu lượng bao gồm 1 vỏ có cửa vào hình tròn nối với bên áp suất cao và cửa ra hình vuông hoặc tròn nối với phía áp suất thấp. Trong cửa hình tròn có bố trí đầu cảm để đo áp suất vi sai (differential pressure) và một tấm điều chỉnh lưu lượng hoạt động nhờ một mô tơ điện. Để giảm tiếng ồn của dòng không khí, phía trong vỏ hộp được dán một lớp cách nhiệt và hấp thụ âm. Các cơ cấu điều chỉnh, chuyển đổi và tác động được nối ra phía ngoài hộp và đầu nối với các dụng cụ đo hoặc role bên ngoài bằng dây điện hoặc đường ống (áp suất) tương ứng.

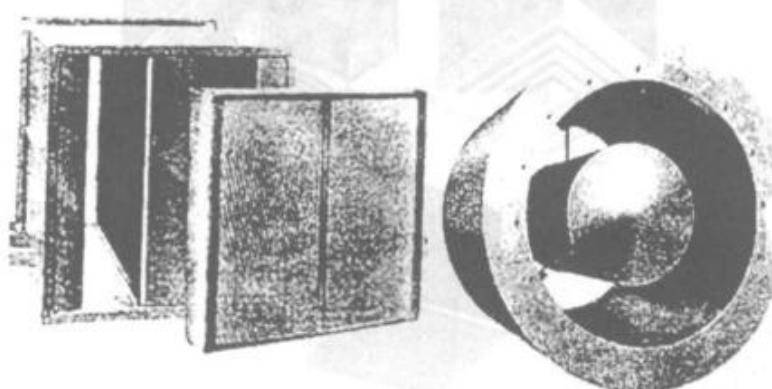


Hình 5-16. Hình dáng bên ngoài của một hộp điều chỉnh lưu lượng.

Lưu lượng thực đi qua hộp sẽ gây ra một áp suất hiệu dụng tác động lên đầu cảm áp suất vi sai, và áp suất đo đi tới bộ chuyển đổi áp suất cao và thấp nhờ các ống nối. Bộ chuyển đổi tín hiệu áp suất thành tín hiệu điện tử (0,2 đến 10 VOC) hoặc khí áp (0,2 đến 1,0 bar). Tín hiệu này được chuyển đến cơ cấu điều chỉnh như một giá trị thực tế. Giá trị này sẽ được so sánh với giá trị đặt, ví dụ, với giá trị của role nhiệt độ phòng. Nếu như 2 giá trị này lệch nhau, sẽ xuất hiện một tín hiệu từ cơ cấu điều chỉnh tới cơ cấu tác động để điều chỉnh lại lưu lượng đi qua.

### 2.7. Hộp tiêu âm

Hộp tiêu âm (attenuator) lắp trên đường ống gió để giảm âm cho luồng gió thổi vào phòng. Hộp gồm có khung và các tấm tiêu âm làm bằng vật liệu hấp thụ âm thanh đặt song song theo hướng chuyển động của không khí. Hộp tiêu



Hình 5-17. Hình dáng một hộp tiêu âm dạng chữ nhật, tròn và tấm lè.

âm có dạng vuông, chữ nhật hoặc tròn. Các nhà chế tạo còn cung cấp cả các tấm tiêu âm rời để những người thiết kế có thể bố trí cho các AHU hoặc các đường ống tự chế tạo. Hình 5-17 giới thiệu một số hộp tiêu âm dạng chữ nhật, tròn và tấm lè.

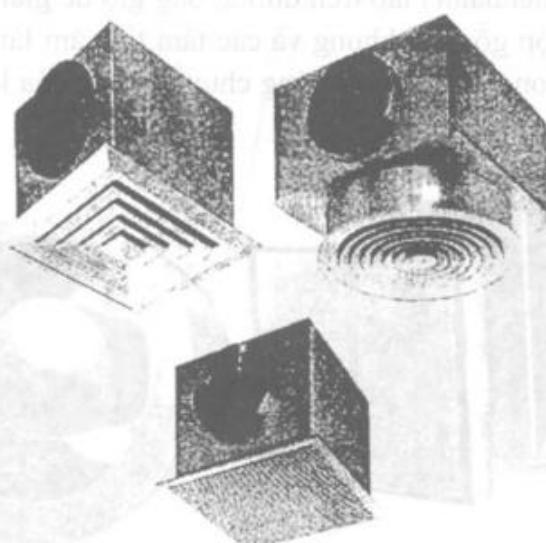
### 3. Miệng thổi, miệng hút

Miệng thổi là thiết bị cuối cùng trên đường ống gió có nhiệm vụ cung cấp và khuếch tán gió vào phòng, phân phổi đều không khí điều hòa trong phòng, sau đó không khí được đưa qua miệng hút tái tuần hoàn về thiết bị xử lý không khí.

Miệng thổi và miệng hút cũng được phân ra nhiều loại khác nhau tùy thuộc hình dáng, vị trí lắp đặt, công dụng và tác dụng phân bố không khí, tốc độ không khí ... Ví dụ, căn cứ hình dáng có loại miệng thổi vuông, chữ nhật, tròn, khe, ghi, hoặc băng; căn cứ phân bố không khí có loại khuếch tán hoặc phun tia tốc độ cao, căn cứ vị trí lắp đặt phân ra loại gắn trần, gắn tường, sàn hoặc cầu thang, bậc (trong hội trường, nhà hát ...), căn cứ phân bố và tốc độ không khí có loại khuếch tán dùng cho phòng có trần thấp và loại mũi phun có tốc độ lớn, tia chụm dùng cho phòng trần cao (hội trường, nhà hát ...). Sau đây sẽ giới thiệu một số loại miệng thổi khác nhau.

#### 3.1. Miệng thổi gắn trần

Hình 5-18 a, b, c giới thiệu các miệng thổi gắn trần kiểu vuông, tròn và có lưỡi đục lỗ, phía trên có hộp gió và lá van điều chỉnh lưu lượng.

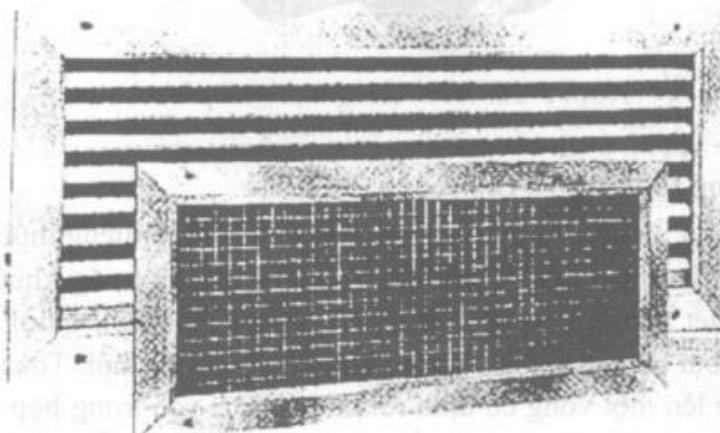


Hình 5-18. Các miệng thổi gắn trần kiểu vuông, tròn và đục lỗ

Các miệng thổi loại này chỉ nên sử dụng cho trần có độ cao từ 2,6 đến 4,0m và có thể đồng thời sử dụng làm miệng hồi.

### 3.2. Ghi gió gắn tường

Hình 5-19 giới thiệu hình dáng và kết cấu của 2 loại ghi gió (grille) gắn trên các dàn lạnh đặt sàn hoặc giàn tường, làm được cả hai nhiệm vụ cấp và hồi gió. Các ghi gió thường có chiều dài lớn hơn chiều cao. Bên ngoài là khung với các thanh đứng, ngang, kiều lưới hoặc đục lỗ tạo thành một tấm lưới trang trí và bảo vệ có thẩm mĩ cao phù hợp với việc cấp và hồi gió cũng như phù hợp với nội thất và trang trí trong phòng (tương tự nắp dàn lạnh máy điều hòa 2 cụm treo tường).



Hình 5-19. Hai loại ghi gió kiểu chớp và kiểu lưới.

### 3.3. Mũi phun

Hình 5-20 giới thiệu hình dáng bên ngoài một mũi phun (jet nozzles).

Mũi phun được sử dụng trong trường hợp khoảng cách thổi và vùng làm việc lớn, ví dụ trong hội trường, rạp hát có trần cao và khoảng cách từ vách đến vùng có người cũng rất xa, khi đó có thể bố trí các mũi phun, khoảng cách phun có thể tới 30m. Mũi phun được sử dụng đặc biệt khi không thể lắp đặt các miệng thổi trên trần hoặc lắp đặt trên trần là không hiệu quả và không thực tế.

Mũi phun có vỏ hình trụ, có khớp nối cầu với vỏ. Trong khớp cầu có một cơ cấu điều chỉnh hướng mũi phun rất thuận tiện cho việc điều chỉnh hướng

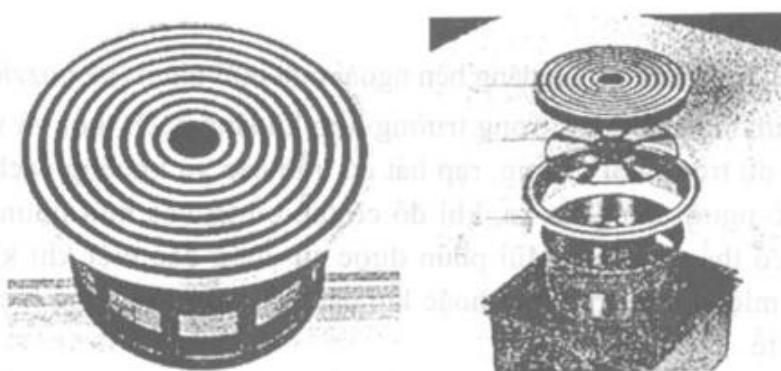
dòng phun. Ví dụ, mùa hè có thể hướng dòng không khí lạnh lên trên và để gió lạnh đó khuếch tán đều xuống vùng làm việc; mùa đông để tiết kiệm năng lượng, cần điều chỉnh phun xuống dưới vì không khí nóng có xu hướng đi lên.



Hình 5-20. Hình dáng một mũi phun.

### 3.4. Miệng thổi sàn và cầu thang

Hình 5-21 a, b mô tả hình dáng và cấu tạo của một miệng thổi lắp sàn hoặc cầu thang. Miệng thổi gồm 6 chi tiết, trên cùng là một nắp khuếch tán. Phía dưới là chi tiết điều chỉnh để điều chỉnh hướng gió thổi. Dưới chi tiết điều chỉnh là bẫy bụi bẩn và đất cát ở sàn nhà rơi vào miệng thổi. Toàn bộ 3 chi tiết trên được lắp lên một vòng cố định rồi được bố trí vào trong hộp gió. Hộp gió có một miệng tròn (hoặc vuông) nối với đường ống gió cấp. Nhờ chi tiết điều chỉnh hướng gió đứng, xiên hoặc ngang.

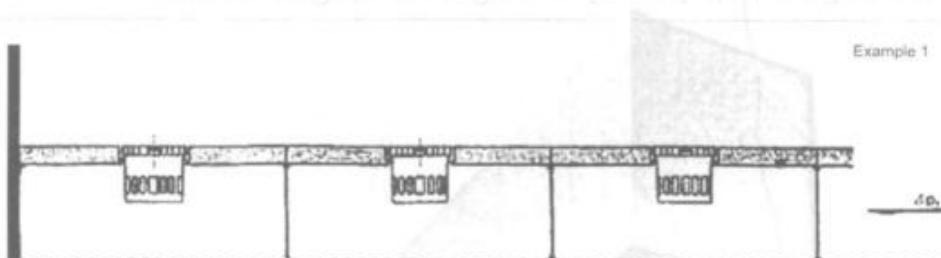


Hình 5-21. Hình dáng một miệng thổi lắp sàn (hoặc cầu thang).

Hình 5-22 giới thiệu 3 ví dụ lắp đặt của miệng thổi lắp sàn. Ví dụ 1 dùng cho sàn của một hội trường rộng, ở đây không cần hộp gió phía dưới miệng thổi vì toàn bộ không gian dưới tấm sàn đóng nhiệm vụ hộp gió. Ví dụ 2 dùng cho các phòng nhỏ riêng biệt, có role nhiệt độ điều chỉnh lưu lượng gió nên có ống gió và hộp gió. Ví dụ 3 dùng cho cả 2 trường hợp là hội trường rộng nhưng có thêm một số phòng nhỏ. Các phòng nhỏ cần ống gió cấp và điều chỉnh lưu lượng, các phòng lớn không cần.

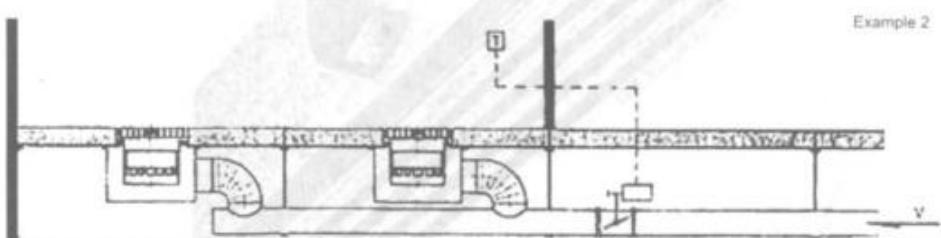
Example 1

a)



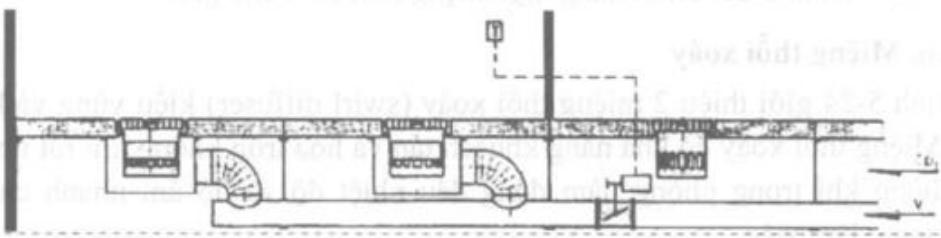
Example 2

b)



Example 3

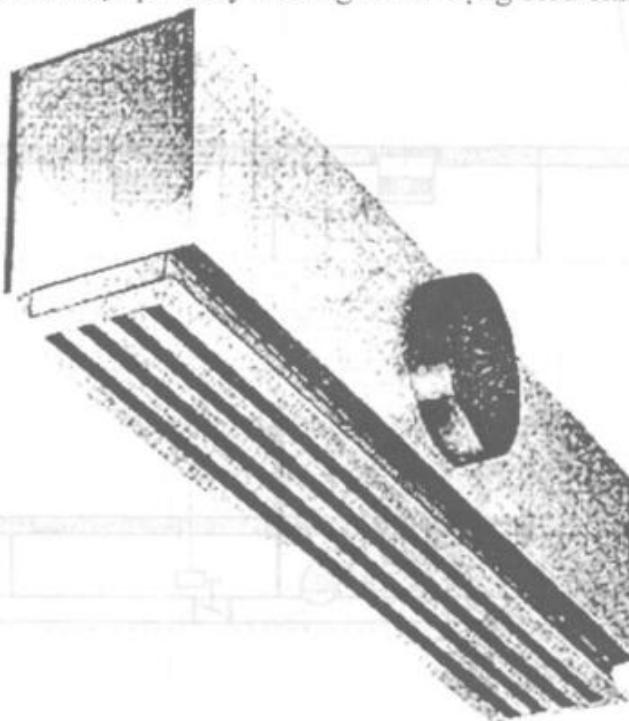
c)



Hình 5-22. Ba ví dụ lắp đặt.

- Hội trường hoặc phòng rộng;
- Phòng hẹp riêng biệt cần điều chỉnh lưu lượng;
- Cả hai trường hợp phòng rộng và phòng hẹp.

Miệng thổi khe (slot diffusers) là loại miệng thổi có cửa gió cấp dạng một khe hoặc nhiều khe hẹp có kích thước chiều dài lớn hơn chiều rộng nhiều lần (bề ngang tính bằng cm, chiều dài tính bằng m). Miệng thổi có thể có từ 1 đến 8 khe, kích thước miệng thổi thành chữ nhật, (khi đó gọi là ghi gió). Miệng thổi lắp trên trần. Trên miệng thổi có hộp gió và đường nối với ống phân phối gió. Trên cửa nối có van gió điều chỉnh lưu lượng. Hình 7.23 giới thiệu hình dáng một miệng thổi khe có 4 khe gió. Hướng gió cấp thường nằm ngang theo trần nhà, sang trái hoặc phải tùy theo người sử dụng điều chỉnh.



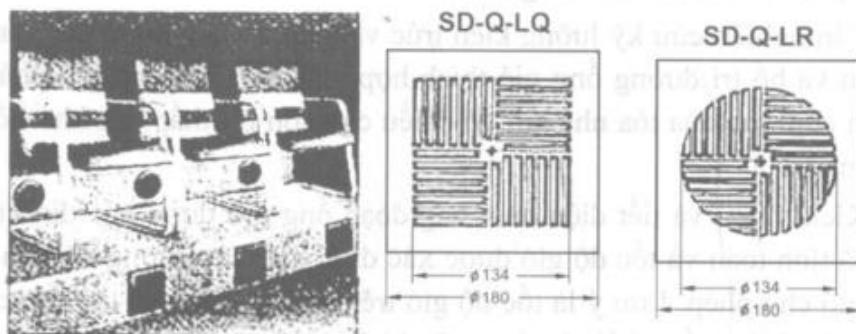
Hình 5-23. Hình dáng một miệng thổi có 4 khe gió.

### 3.6. Miệng thổi xoáy

Hình 5-24 giới thiệu 2 miệng thổi xoáy (swirl diffuser) kiểu vùng và kiểu tròn. Miệng thổi xoáy có khả năng khuếch tán và hòa trộn không khí rất nhanh với không khí trong phòng, làm đồng đều nhiệt độ và độ ẩm nhanh chóng trong vùng làm việc.

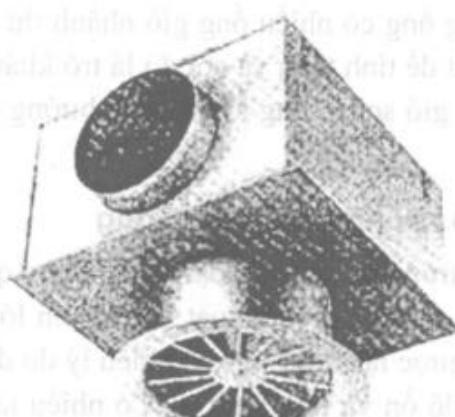
Hãng Trox sản xuất 2 loại vuông và tròn đều có kích thước miệng có khe thổi  $134 \times 134$  hoặc  $\varnothing 134$ ; kích thước tấm là  $180 \times 180$  để lắp cầu thang và đặc biệt lắp cho các bậc sàn có bố trí ghế ngồi phòng khán giả của hội trường,

nhà hát, rạp chiếu bóng. So với miệng thổi lắp sàn, miệng thổi xoáy không bị chấn đầm lên, không gây bụi do thổi từ sàn nhà.



Hình 5-24. Miệng thổi xoáy lắp ở bậc thềm hoặc cầu thang.

M miệng thổi xoáy còn được sử dụng lắp trần trong điều hòa tiện nghi và công nghiệp giống như miệng thổi khuếch tán nhưng đạt hiệu quả khuếch tán và hòa trộn không khí cao hơn (hình 5-25).



Hình 5-25. Miệng thổi xoáy lắp trần.

#### IV. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ

##### 1. Khái niệm chung

1. Khi thiết kế cần bố trí đường ống gió sao cho hợp lý nhất, đơn giản nhất, ngắn nhất nhưng phải đảm bảo yêu cầu phân phổi gió cũng như hồi gió hợp lý

duy trì hợp lý các điều kiện vi khí hậu của từng phòng vì đường ống gió có giá thành cao, rất nhiều nguyên vật liệu và nhân công lắp đặt, cồng kềnh và mất nhiều diện tích hữu ích của công trình.

2. Cần nghiên cứu kỹ lưỡng kiến trúc và kết cấu xây dựng của tòa nhà để lựa chọn và bố trí đường ống gió thích hợp, đặc biệt khi ống gió phải đi qua các dầm chịu lực của tòa nhà khi đó chiều cao còn rất thấp, rất khó bố trí ống gió đi qua.

3. Kích thước và tiết diện của từng đoạn ống gió được xác định theo lưu lượng đã tính toán và tốc độ gió được xác định theo lưu lượng đã tính toán và tốc độ gió cho phép. Lưu ý là tốc độ gió trên đường ống cấp thường chọn lớn hơn và trên đường ống hồi nhỏ hơn nên kích thước đường ống hồi thường lớn hơn ống cấp.

4. Trở kháng hay tổn thất áp suất tổng của toàn bộ tuyến ống hút và ống đẩy kể cả của các phụ kiện và thiết bị lắp đặt trên đó như dàn lạnh, dàn nóng, phin lọc gió, van gió, van điều chỉnh... cần được tính toán để chọn cột áp phù hợp cho quạt tuần hoàn gió.

5. Trường hợp đường ống có nhiều ống gió nhánh thì cần chọn tuyến ống nào có trở kháng lớn nhất để tính toán và coi đó là trở kháng của toàn mạng vì trở kháng của các nhánh gió song song không ảnh hưởng đến việc tính cột áp của quạt gió.

## **2. Lựa chọn tốc độ không khí đi trong ống**

Tốc độ không khí đi trong ống là một đại lượng được quan tâm nghiên cứu nhiều: Tốc độ không khí cao, công suất quạt lớn, độ ồn lớn nhưng ưu điểm là đường ống nhỏ gọn và ngược lại. Như vậy có nhiều lý do để cân nhắc khi chọn tốc độ không khí, đó là độ ồn và tính kinh tế. Có nhiều tài liệu đưa ra tốc độ không khí khuyên dùng. Ở đây giới thiệu các số liệu của tài liệu [7] (bảng 5-1) và của tài liệu [6] (bảng 5-2). Bảng 5-1 giới thiệu tốc độ khuyên dùng và tốc độ tối đa đối với một số vị trí trên đường ống. Bảng 5-2 giới thiệu tốc độ tối đa đối với ống cấp, ống hồi, ống chính, ống nhánh trong một số công trình. Riêng tốc độ ở các miệng thổi, miệng hút lấy định hướng như sau: miệng thổi đặt ở vùng làm việc  $\omega = 0,3 \div 0,75$  m/s; đặt trên cao  $2 \div 3$  m,  $\omega = 1,5 \div 3$  m/s, đặt ở trên cao trên 3m lấy  $\omega = 3 \div 4$  m/s.

*Bảng 5-1*  
*Tốc độ gió khuyên dùng và tốc độ tối đa  $\omega$ , m/s*

Vị trí	Tốc độ khuyên dùng, m/s			Tốc độ tối đa, m/s		
	Nhà ở	Trường học, rạp hát, nơi công cộng	Các nhà xưởng công nghiệp	Nhà ở	Trường học, rạp hát, nơi công cộng	Các nhà xưởng công nghiệp
Cửa lấy gió tươi	2,5	2,5	2,5	4,1	4,5	6,0
Phin lọc	1,3	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8
Dàn sưởi	2,3	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5
Dàn phun rửa khí	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Nối ống hút	3,5	4,1	5,0	5,0	7,0	7,0
Cửa đẩy của quạt	5,0-8,1	6,6-10	8,1-12	7,5-10	8,6-14	8,6-14
Ống gió chính	3,5-4,5	5,0-7,0	6,1-9,1	4,1-6,1	5,6-8,1	7,0-11
Ống gió nhánh	3,0	3,4-4,5	4,1-5,0	3,5-5,0	4,1-7,0	5,0-9,2
Ống gió nhánh (đứng)	2,5	3,0-3,5	4,1	3,3-4,1	4,1-6,1	5,0-8,1

*Bảng 5-2*  
*Tốc độ gió tối đa*

Công trình	Yếu tố quan tâm là độ ồn ống chính	Yếu tố quan tâm là tổn thất áp suất			
		Ống chính		Ống nhánh	
		Ống cấp	Ống hồi	Ống cấp	Ống hồi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
- Nhà ở	3	5	4	3	3
- Phòng ở	5	7,6	6,6	6	5
- Phòng ngủ ở khách sạn và nhà ở					
- Phòng làm việc	6	10	7,6	8	6
- Phòng giám đốc					
- Thư viện					
- Nhà hát	4	6,6	5,6	5	4
- Giảng đường					
- Văn phòng tổng hợp					
- Nhà hát và cửa hàng cao cấp	7,6	10	7,6	8	6
- Ngân hàng					
- Các cửa hàng loại trung bình					
Cafeteria (quán cafe)	9,	10	7,6	8	6
- Phân xưởng sản xuất	12,7	15	9	11	7,6

### 3. Đường kính tương đương

Đường ống có nhiều dạng khác nhau nhưng hay gặp nhất là dạng tròn và đặt biệt thông dụng là dạng có hình chữ nhật. Khi tính trở kháng (tổn thất áp suất) cho 1m chiều dài ống, thường người ta sử dụng đường kính ống dẫn làm đại lượng mốc (tương tự như tính trở kháng cho 1m chiều dài ống nước ở chương). Nếu đoạn ống chữ nhật chiều dài 1m với kích thước  $a \times b$  có cùng trở kháng như đoạn ống tròn, ta coi đoạn ống chữ nhật có đường kính tương đương như đoạn ống tròn. Đường kính tương đương của ống chữ nhật được tính theo công thức:

$$d_{eq} = 1,3 \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}} \quad (5-1)$$

Để đơn giản, ta có thể tra đường kính tương đương theo bảng tính sẵn (xem bảng 5.3). Cũng cần lưu ý rằng tiết diện tương đương  $s = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$  có giá trị nhỏ hơn tiết diện thực  $ab$ .

Bảng 5-3  
Đường kính tia nung dương  $d_{id}$  (mm) của ống gió nén điện chìu nhát a x b

a, mm	b, mm										a, mm
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	
100	100	122	137	150	164						100
125		122	137	150	164						125
150	133	150	161	177	191						150
175	143	161	177	191	204	219					175
200	152	172	189	204	219						200
225	161	181	200	216	232	246	259	273	287	301	225
250	169	190	210	228	244	259	272	287	301	314	250
275	176	199	220	238	256	272	287	301	314	328	275
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328	354	300
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383	350
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	400
450	217	247	274	299	321	345	363	382	400	433	450
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	500
550	236	269	296	326	352	375	398	419	439	477	550
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	600
650	253	289	321	351	387	404	429	452	474	515	650
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	700
750	268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	750
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	800
900	289	330	367	402	435	465	494	552	548	597	900
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	1000
1100	313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	1100
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	1200
1300	334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	1300
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	1400

1500	353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260	1500
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298	1600
1700	371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335	1700
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371	1800
1900	387	444	496	544	590	633	674	713	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405	1900
3000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438	2000
2100	402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470	2100
2200	410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501	2200
2300	417	478	534	587	636	683	728	771	812	890	960	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532	2300
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1560	2400
2500	430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1589	2500
2600	437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617	2600
2700	443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644	2700
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670	2800
2900	460	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696	2900

a, mm	b, mm																		a, mm	
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
100	1093																			1000
1100	1146	1202																		1100
1200	1196	1256	1312																	1200
1300	1244	1306	1365	1421																1300
1400	1289	1354	1416	1475	1530															1400
1500	1332	1400	1464	1526	1584	1640														1500
1600	1373	1444	1511	1574	1636	1693	1749													1600
1700	1413	1486	1555	1624	1684	1745	1803	1858												1700
1800	1451	1527	1598	1667	1732	1794	1854	1912	1968											1800
1900	1488	1566	1640	1710	1778	1842	1904	1964	2021	2077										1900

2000	1532	1604	1680	1753	1822	1889	1952	2014	2073	2131	2186	2240	2296	2350	2405	2459	2514	2568	2624	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500
2100	1558	1640	1719	1793	1865	1933	1999	2063	2124	2183	2240	2296	2350	2405	2459	2514	2568	2624	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500	
2200	1591	1676	1756	1833	1906	1977	2044	2110	2173	2233	2292	2350	2405	2459	2514	2568	2624	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500		
2300	1623	1710	1793	1871	1947	2019	2088	2155	2220	2283	2343	2402	2459	2514	2568	2624	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500			
2400	1655	1744	1828	1909	1986	2060	2131	2200	2266	2330	2393	2453	2511	2568	2624	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500				
2500	1685	1776	1862	1945	2024	2100	2173	2243	2311	2377	2441	2502	2562	2621	2687	2733	2787	2842	2896	2952	2500					
2600	1715	1808	1896	1980	2061	2139	2213	2285	2355	2422	2487	2551	2612	2672	2730	2787	2842	2896	2952	2500						
2700	1744	1839	1929	2015	2079	2177	2253	2327	2398	2466	2533	2598	2661	2722	2782	2840	2896	2952	2500							
2800	1772	1869	1961	2048	2133	2214	2292	2367	2439	2510	2578	2644	2708	2771	2832	2891	2949	3006	3061	3115	3170	2500				
2900	1800	1898	1992	2081	2167	2250	2329	2406	2480	2552	2621	2689	2755	2819	2881	2941	3001	3068	3115	3170	2500					

#### 4. Xác định tồn thắt áp suất ống gió bằng đồ thị

Trở kháng (tồn thắt áp suất) tổng trên đường ống gió gồm 2 thành phần:

$$\Delta p = \Delta p_{ms} + \Delta p_{cb} \quad (5-2)$$

trong đó:

$\Delta p_{ms}$  - trở kháng ma sát trên đường ống;

$\Delta p_{cb}$  - trở kháng cục bộ.

Trở kháng ma sát và cục bộ vẫn được có thể tính theo 2 công thức sau:

$$\Delta p_{ms} = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \omega^2}{d} \cdot Pa$$

$$\Delta p_{cb} = \zeta \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot Pa$$

##### 4.1. Tồn thắt áp suất ma sát

Đối với ống gió, khi sử dụng đồ thị, trở kháng ma sát  $\Delta p_{ms}$  có thể tính theo công thức:

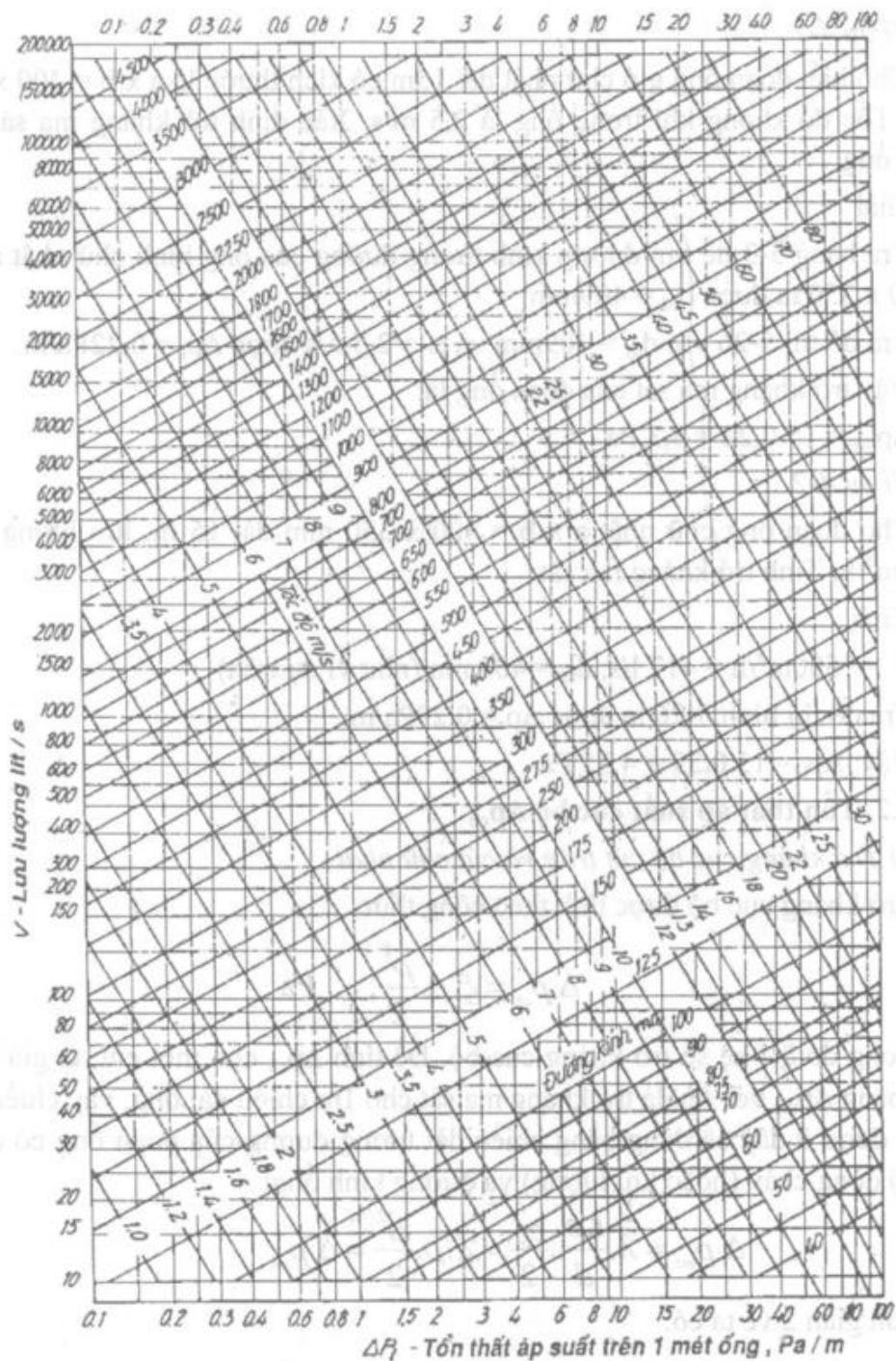
$$\Delta p_{ms} = l \cdot \Delta p_l, Pa \text{ hoặc } N/m^2 \quad (5-3)$$

trong đó:

$l$  - chiều dài ống gió, m;

$\Delta p_l$  - trở kháng ma sát trên 1m chiều dài ống Pa/m, tra trên toàn đồ hình 5-26 ứng với không khí có nhiệt độ  $20^\circ C$ , áp suất  $p = 1,013$  bar (760mmHg) và vật liệu chế tạo ống là tôn tráng kẽm nhẵn. Tuy nhiên khi nhiệt độ không khí dao động từ  $0$  đến  $50^\circ C$  sai số vẫn có thể bỏ qua.

Theo đồ thị hình 5-26, khi biết đường kính ống và lưu lượng (hoặc tốc độ không khí) ta có thể tra được trở kháng ma sát cho 1 m chiều dài ống.



Hình 5-26. Trở kháng ma sát trên 1m ống phụ thuộc lưu lượng (tốc độ) và đường kính ống

#### Ví dụ 4-1

Cho biết đoạn ống gió chữ nhật dài 15m có kích thước là  $a \times b = 400 \times 350$  mm. Tốc độ không khí trong ống là 2,5 m/s. Xác định trở kháng ma sát của đoạn ống.

Giải

Tra bảng 5-3 để tìm đường kính tương đương của ống hình chữ nhật  $a \times b = 400 \times 350$  ta được  $d_{eq} = 409$ mm.

Tra đồ thị 5-26 với  $d_{eq} = 409$ mm và  $\omega = 2,5$ m/s được  $\Delta p_l = 0,22$ Pa/m.

Vậy trở kháng ma sát của đoạn ống là:

$$\Delta p_{ms} = 15 \cdot 0,22 = 3,3 \text{ Pa}$$

#### Ví dụ 4-2

Cho đoạn ống chữ nhật  $a \times b = 400 \times 350$  mm dài 15 m, lưu lượng  $V = 1500 \text{m}^3/\text{h}$ . Tính trở kháng ma sát.

Giải

$$V = 1500 \text{m}^3/\text{h} = 417 \text{ l/s}; d_{eq} = 409 \text{mm} \text{ (như ví dụ trên)}$$

Tra đồ thị hình 5-26 ta được  $\Delta p = 0,29$ Pa/m.

$$\text{Vậy: } \Delta p_l = 15 \cdot 0,29 = 4,35 \text{ Pa.}$$

#### 4.2. Tần số áp suất cục bộ $\Delta p_{cb}$

a) *Trở kháng cục bộ cút tròn và cút chữ nhật*

Trở kháng cục bộ được tính theo công thức.

$$\Delta p_{cb} = \xi \cdot \rho \cdot \frac{\rho^2}{2}, \quad \text{Pa}$$

trong đó  $\xi$  - hệ số trở kháng cục bộ. Để tính  $\Delta p_{cb}$  cho một cút, ta giả thiết  $\Delta p_{cb}$  bằng  $\Delta p_{ms}$  với  $\Delta p_l$  là trở kháng ma sát cho 1m chiều dài ống, vậy chiều dài l tính được ở đây sẽ đúng bằng chiều dài tương đương của đoạn ống có cùng tốc độ dòng chảy (hoặc lưu lượng) và đường kính ống:

$$\Delta p_{ms} = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2} = \xi \cdot \rho \cdot \frac{\omega^2}{2} = \Delta p_{cb}$$

đơn giản 2 vế ta có:

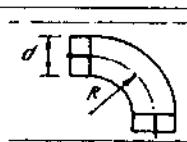
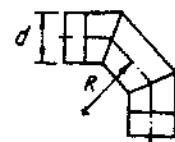
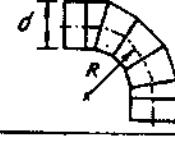
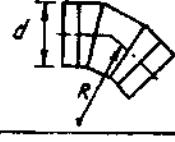
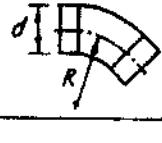
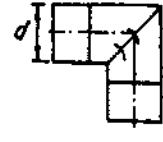
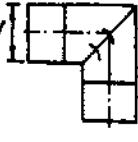
$$\lambda \frac{l}{d} = \xi, \quad \text{hay:} \quad l = l_{eq} = \frac{\xi}{\lambda} \cdot d$$

Như vậy nhờ đồ thị trên hình 5-24 và chiều dài tương đương của các phụ kiện ống gió ta có thể dễ dàng xác định được trở kháng cục bộ:

$$\Delta p_{cb} = l_{td} \cdot \Delta p_1, \text{ N/m}^2 \quad (5-4)$$

trong đó  $l_{td}$  là chiều dài tương đương, xác định theo bảng 5-4, 5-5.

*Bảng 5-4*  
*Chiều dài tương đương của cút tròn*

Dạng cút tròn	R/d	Tỷ số $a = l_{td}/d$
Liên tục, cong $90^\circ$	1,5	 9
Góm 3 đoạn, cong $90^\circ$	1,5	 17
Góm 5 đoạn, cong $90^\circ$	1,5	 12
Góm 3 đoạn, cong $45^\circ$	1,5	 6
Liên tục, cong $45^\circ$	1,5	 4.5
Cút thẳng góc có hướng dòng		 22
Cút thẳng góc không có hướng dòng		 65

Bảng 5.5  
Chiều dài tương đương cút  $90^\circ$  chữ nhật  $t_{eq} = a \cdot d$

Mô tả cút	Dạng cút	w/d	$a = t_{eq} / d$
Cút $90^\circ$ , 1 cánh hướng dòng $R = 1,25d$		0,5 1,0 3,0 6,0	5 7 8 12
Cút $90^\circ$ , 1 cánh hướng dòng $R = 0,75d$		0,5 1,0 3,0 6,0	8 10 14 18
Cút $90^\circ$ , 2 cánh hướng dòng $R = 0,75d$		0,5 1,0 3,0 6,0	7 8 10 12
Cút $90^\circ$ , 3 cánh hướng dòng $R = 0,75d$		0,5 1,0 3,0 6,0	7 7 8 10
Cút thẳng góc, có nhiều cánh hướng dòng		0,5 1,0 3,0 6,0	8 10 12 13
Cút thẳng góc, nhiều cánh hướng dòng dạng khí động		0,5 1,0 3,0 6,0	6 8 9 10

### Ví dụ 4-3

Cho biết cút tròn liên tục  $90^\circ$  có  $R/d = 1,5$ ,  $d = 360\text{mm}$ , lưu lượng gió  $1650\text{m}^3/\text{h}$ . Xác định tổn thất áp suất cục bộ của cút.

Giải

Tra bảng 5-3 với  $R/d = 1,5$  ta có:

$$a = l_{eq}/d = 9$$

$$\text{Vậy } l_{eq} = 9d = 9 \cdot 0,26 = 2,34 \text{ m}$$

Tra đồ thị hình 7-24 với  $V = 1650\text{m}^3/\text{h} = 4581/\text{s}$  và  $d = 260\text{mm}$  có  $\Delta p_{lb} = 3,6\text{Pa/m}$ .

Vậy:

$$\Delta p_{cb} = 2,34\text{m} \cdot 3,6\text{Pa/m} = 8,42\text{Pa}$$

#### Ví dụ 4-4

Cho biết cút chữ nhật  $90^\circ$ ,  $w = 600\text{mm}$  và  $d = 200\text{ mm}$ , không có cánh hướng dòng,  $R = 1,25.d$ . Xác định trở kháng cục bộ, biết  $V = 3000\text{m}^3/\text{h}$ .

Giải

Tra bảng 5-5, với cút chữ nhật  $90^\circ$ ,  $w/d = 600/200 = 3$  và  $R = 1,25.d$  ta có:  
 $a = l_{td}/d = 8$

Vậy:

$$l_{td} = 8.d = 8.200 = 1600\text{mm} = 1,6.$$

Tra bảng 5-3 với các cạnh chữ nhật  $600 \times 200\text{ mm}$  được đường kính tương đương  $d_{td} = 365\text{mm}$ .

Tra đồ thị hình 5-24 với  $d_{td} = 365\text{ mm}$ ,  $V = 3600\text{m}^3/\text{h} = 833\text{l/s}$  được  $\Delta p_l = 2,3\text{ Pa/m}$ .

b) *Trở kháng cục bộ của Tê, chẽ nhánh, thu, mở*

Trở kháng cục bộ của các phụ kiện như Tê, chẽ nhánh, thu, mở ... được tính gần đúng theo biểu thức:

$$\Delta p_{cb} = n.p(\omega_2) \quad (5-5)$$

trong đó:  $n$  - hệ số cột áp động, xác định theo bảng 5-7 đến 5-10;  $p_d$  - cột áp động (velocity pressure), Pa, tra theo bảng 5-6.

#### Ví dụ 4-5

Cho biết tốc độ gió qua nhánh T  $90^\circ$  có tốc độ  $\omega_1 = 8\text{m/s}$ ,  $\omega_2 = 4\text{ m/s}$ . Xác định tồn thắt áp suất cục bộ của T.

Giải

Tra bảng 5-7 với  $\omega_2/\omega_1 = 4/8 = 0,5$  với T  $90^\circ$  được hệ số áp suất động  $n = 2,0$ . Tra bảng 5.6 với  $\omega_2 = 4\text{ m/s}$  tra được áp suất động  $p_d = 9,6\text{ Pa}$ .

Vậy tồn thắt áp suất cục bộ khi qua T  $90^\circ$  là:

$$\Delta p_{cb} = n.p_d = 2.9,6 = 19,2\text{ Pa.}$$

#### Ví dụ 4-6.

Cho biết tốc độ gió qua nhánh Tê  $90^\circ\text{C}$  có tốc độ  $\omega_1 = 8\text{ m/s}$ ,  $\omega_2 = 4\text{m/s}$ . Xác định tồn thắt áp suất cục bộ của Tê.

Giải: Tra bảng 5-7 với  $\omega_1/\omega_2 = 4/8 = 0,5$  với Tê  $90^\circ$  được hệ số áp suất động  $n = 2,0$ . Tra bảng 5-6 với  $\omega_2 = 4\text{ m/s}$  tra được áp suất động  $p_d = 9,6\text{ Pa}$ .

Vậy tồn thắt áp suất cục bộ khi qua Tê  $90^\circ$  là:

$$\Delta p_{cb} = n.p_d = 2.9,6 = 19,2\text{ Pa.}$$

Bảng 5-6

Xác định áp suất động  $p_d$  theo tốc độ dòng khí  $\omega$  ( $p_d = 0,626 \omega^2$ )

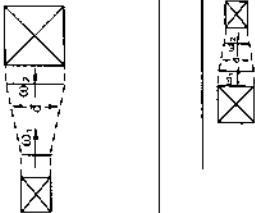
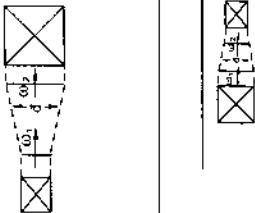
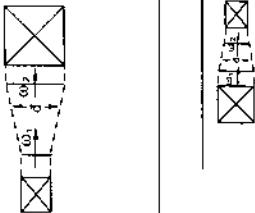
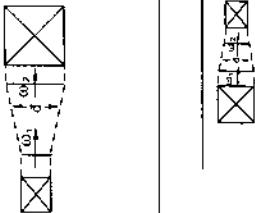
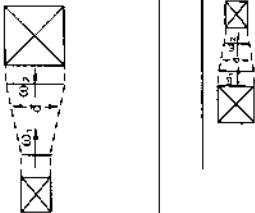
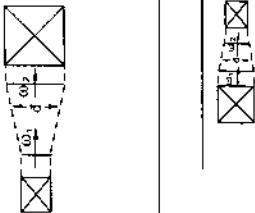
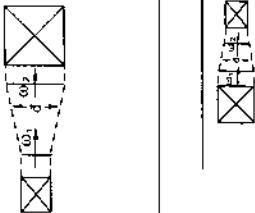
Tốc độ m/s	Áp suất động Pa								
1,0	6,0	10,0	60	19,0	215	28,0	427	37,0	824
1,2	0,9	10,2	63	19,2	222	28,2	479	37,2	833
1,4	1,2	10,4	65	19,4	227	28,4	486	37,4	851
1,6	1,5	10,6	68	19,6	231	28,6	493	37,6	860
1,8	2,0	10,8	70	19,8	236	28,8	499	37,8	860
2,0	2,4	11,0	73	20,0	241	29,0	506	38,0	870
2,2	2,9	11,2	76	20,2	246	29,2	513	38,2	879
2,4	3,5	11,4	78	20,4	251	29,4	521	38,4	888
2,6	4,1	11,6	81	20,6	256	29,6	525	38,6	897
2,8	4,7	11,8	84	20,8	261	29,8	535	38,8	907
3,0	5,4	12,0	87	21,0	266	30,0	542	39,0	916
3,2	6,2	12,2	90	21,2	271	30,2	549	39,2	925
3,4	7,0	12,4	93	21,4	276	30,4	557	39,4	935
3,6	7,8	12,6	96	21,6	281	30,6	564	39,6	944
3,8	8,7	12,8	99	21,8	286	30,8	571	39,8	945
4,0	9,6	13,0	102	22,0	291	31,0	579	40,0	963
4,2	10,6	13,2	105	22,2	297	31,2	586	40,2	973
4,4	11,7	13,4	108	22,4	302	31,4	594	40,4	983
4,6	12,7	13,6	111	22,6	307	31,6	601	40,6	993
4,8	13,9	13,8	115	22,8	313	31,8	609	40,8	1002
5,0	15,1	14,0	118	23,0	319	32,0	617	41,0	1012
5,2	16,3	14,2	121	23,0	324	32,2	624	41,2	1022
5,4	17,6	14,4	125	23,4	330	32,4	632	41,4	1032
5,6	18,9	14,6	128	23,6	335	32,6	640	41,6	1042
5,8	20,3	14,8	132	23,6	341	32,8	648	41,8	1052
6,0	21,7	15,0	135	24,0	347	33,0	656	42,0	1062
6,2	23,1	15,2	139	24,2	353	33,2	664	42,2	1072
6,4	24,7	15,4	143	24,4	359	33,4	672	42,4	1083
6,6	26,2	15,6	147	24,6	364	33,6	680	42,6	1093
6,8	27,8	15,8	150	24,8	370	33,8	688	42,8	1103
7,0	29,5	16,0	154	25,0	376	34,0	696	43,0	1113
7,2	31,2	16,2	158	25,2	382	34,2	704	43,2	1124
7,4	33,0	16,4	162	25,4	389	34,4	713	43,4	1134
7,6	34,8	16,6	166	25,6	395	34,6	721	43,6	1145
7,8	36,6	16,8	170	25,8	401	34,8	729	43,8	1155

Tốc độ m/s	Áp suất động Pa								
8,0	38,5	17,0	174	26,0	407	35,0	738	44,0	1166
8,2	40,5	17,2	178	26,2	413	35,2	746	44,2	1176
8,4	42,5	17,4	182	26,4	420	35,4	755	44,4	1187
8,6	44,5	17,6	187	26,6	426	35,6	763	44,6	1198
8,8	46,5	17,8	191	26,8	433	35,8	772	44,8	1209
9,0	48,8	18,0	195	27,0	439	36,0	780	45,0	1218
9,2	51,0	18,2	199	27,2	446	36,2	789	45,2	1230
9,4	53,2	18,4	204	27,4	452	36,4	798	45,4	1241
9,6	55,5	18,6	208	27,6	459	36,6	807	45,6	1252
9,8	57,8	18,8	213	27,8	465	36,8	815	45,8	1263

Bảng 5.7

Xác định tổn thất áp suất cục bộ  $\Delta p_c$ , bằng hệ số áp suất động  $n$

Nơi xảy ra tổn thất áp suất cục bộ	Điều kiện	Hệ số áp suất động
Tê 90°, cắt chéo nhau 90°, 135° và 180°  Tổn thất áp suất qua nhánh $\Delta p_{cb} = \eta_{pd}(\omega_2)$	$\omega_2/\omega_1 = \begin{cases} 0,2 \\ 0,5 \\ 1,0 \\ 5,0 \end{cases}$	4,0 2,0 1,75 1,6
Tê 45°  Tổn thất áp suất qua nhánh $\Delta p_{cb} = \eta_{pd}(\omega_2)$	$\omega_2/\omega_1 = \begin{cases} 0,8 \\ 1,0 \\ 2,0 \\ 3,0 \end{cases}$	0,10 0,44 1,21 1,47
Tê 90° hình côn, chéo nhau, côn 180°  Tổn thất áp suất qua nhánh $\Delta p_{cb} = \eta_{pd}(\omega_2)$	$\omega_2/\omega_1 = \begin{cases} 0,5 \\ 1,0 \\ 2,0 \\ 5,0 \end{cases}$	0,2 0,5 1,0 1,2
Thay đổi tiết diện 	$\omega_2 = \omega_1$ Tổn thất áp suất $\Delta p_{cb} = n p_d(\omega_2)$	0,15

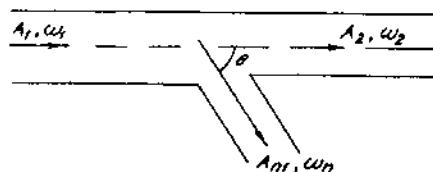
Nơi xảy ra tổn thất áp suất cục bộ		Điều kiện		Hệ số áp suất động	
Mở rộng		$\omega_2/\omega_1$	5°	10°	15°
		0,20	0,83	0,74	0,68
		0,40	0,89	0,83	0,78
		0,60	0,96	0,87	0,84
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_1) - p_d(\omega_2)]$		0,82	0,79
		$\omega_1/\omega_2$		0,77	
Thu hẹp		$\omega_1/\omega_2$	5°	10°	15°
		0,20	0,83	0,74	0,68
		0,40	0,89	0,83	0,78
		0,60	0,96	0,87	0,84
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_1) - p_d(\omega_2)]$		0,82	0,79
		$\omega_1/\omega_2$		0,77	
Thu đột ngột		$\omega_2/\omega_1$	30°	45°	60°
		n	1,02	1,04	1,07
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			
Thu hình chuông		$\omega_2/\omega_1$	30°	45°	60°
		n	1,02	1,04	1,07
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			
Mở đột ngột		$\omega_2/\omega_1$	30°	45°	60°
		n	1,02	1,04	1,07
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			
Thu như hình vẽ		$\omega_2/\omega_1$	30°	45°	60°
		n	1,02	1,04	1,07
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			
Thu (miệng vào) lõi tròn sắc cạnh		$\omega_2/\omega_1$	30°	45°	60°
		n	1,02	1,04	1,07
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			
		$A_2/A_1$		0,25	0,50
		n	2,5	2,3	1,9
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$		0,75	1,1
		$A_2/A_1$		0	0
		n	1	1	0
		$\Delta p_{sh} = n [p_d(\omega_2) - p_d(\omega_1)]$			

Bảng 5-8

Trở kháng cục bộ của dòng đi thẳng (khi có rẽ nhánh)

$$\Delta p_{cb} = n \cdot p_d (\omega_2) \text{ tiết diện chữ nhật } A_1 = A_2 + A_n$$

Hệ số cột áp n của dòng đi thẳng sau với góc  $\theta = 15 + 90^\circ$

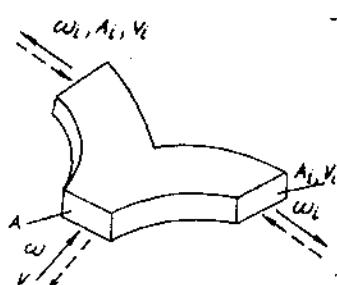


Hệ số cột áp động n của dòng đi thẳng

$\omega_2/\omega_1$	$A_2/A_1$				
	0 ÷ 0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,1	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
0,2	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
0,3	0,50	0,52	0,52	0,50	0,50
0,4	0,36	0,40	0,38	0,37	0,36
0,5	0,25	0,30	0,28	0,27	0,25
0,6	0,16	0,23	0,20	0,18	0,16
0,8	0,04	0,17	0,10	0,07	0,04
1	0	0,20	0,10	0,05	0
1,2	0,07	0,36	0,21	0,14	0,07
1,4	0,39	0,79	0,59	0,37	-

Bảng 5-9

Trở kháng cục bộ của dòng rẽ nhánh hoặc nhập dòng chữ Tê



Khi rẽ nhánh  $\Delta p_{cb} = n p_d (\omega_1)$

Khi nhập dòng  $\Delta p_{cb} = n p_d (\omega)$

Giá trị n khi rẽ nhánh hoặc nhập dòng

$A/A$	0,5	1
$V_1/V$	0,5	0,5
$n$	0,3	0,25

$A$  ( $m^3$ ) - tiết diện;  $V$  ( $m^3/s$ ) - lưu lượng

Bảng 5-10

Xác định tổn thất áp suất cục bộ  $\Delta p$

Nơi xảy ra tổn thất áp suất cục bộ		Điều kiện và hệ số cột áp động n					
Thu lại đột ngột		$\omega_1/\omega_2$	0	0,25	0,50	0,75	
		n	1,34	1,24	0,96	0,52	
		$\Delta p_{th} = np_d(\omega_2)$					
Mở đột ngột		$\omega_2/\omega_1$	0,20	0,40	0,60	0,80	
		n	0,32	0,48	0,48	0,32	
		$\Delta p_{th} = np_d(\omega_1)$					
Qua vật cản dạng ống		E/D	0,10	0,25	0,50		
		n	0,20	0,55	2,00		
		$\Delta p_{th} = np_d(\omega_1)$					
Qua vật cản dạng thanh		E/D	0,10	0,25	0,50		
		n	0,70	1,4	4,00		
		$\Delta p_{th} = np_d(\omega_1)$					
Vật cản dễ vượt qua		E/D	0,10	0,25	0,50		
		n	0,07	0,23	0,90		
		$\Delta p_{th} = np_d(\omega_1)$					

## 5. Phương pháp thiết kế đường ống gió

Như đã đề cập, yêu cầu chung để thiết kế bất kỳ đường ống gió nào là đường ống phải đơn giản nhất và nên đối xứng. Các miệng thổi cần bố trí sao cho đạt được sự phân bố không khí đồng đều. Hệ thống đường ống phải tránh được các kết cấu xây dựng, kiến trúc và các thiết bị.

Có thể thiết kế đường ống áp suất thấp dựa theo 3 phương pháp chủ yếu sau:

- Phương pháp giảm dần tốc độ (velocity reduction)
- Phương pháp ma sát đồng đều (equal friction)..
- Phương pháp phục hồi áp suất tĩnh (static regain).

Mỗi phương pháp cho ta một kết quả khác nhau về kích thước đường ống, giá thành tổng thể, quạt gió, không gian lắp đặt, độ ồn và toàn bộ các phụ kiện như Tê, Cút, Thu, Mở, Chẽ nhánh kèm theo. Sau đây là một số đặc điểm và ứng dụng của từng phương pháp.

### 5.1. Phương pháp giảm dần tốc độ

Đây được coi là phương pháp đơn giản nhất, tuy nhiên người thiết kế cần có kinh nghiệm thực tế. Để thực hiện phương pháp này, người thiết kế có thể chủ động lựa chọn tốc độ gió ở từng đoạn ống từ miệng thổi của quạt đến đường ống chính, các ống nhánh cho tới các miệng thổi khuếch tán vào phòng. Tốc độ gió có thể tham khảo ở bảng 5-6, 5-7 và cứ giảm dần từ ống chính đến các ống nhánh.

Các phần tính toán tồn thắt áp suất tổng cho quạt tính theo mục trên. Khi tính tồn thắt áp suất cần lưu ý là đường ống dài nhất chưa chắc đã có tồn thắt áp suất lớn nhất, mà tồn thắt áp suất lớn nhất có khi thuộc về đường ống có nhiều nhánh chẽ và T cút, ...

Phương pháp này chỉ nên sử dụng cho hệ thống đường ống gió đơn giản. Cần bố trí thêm các van gió trên các nhánh chẽ để điều chỉnh lưu lượng. Cũng cần nhắc lại một lần nữa rằng phương pháp này chỉ dành cho các nhà thiết kế đã tích lũy được rất nhiều kinh nghiệm thực tế.

### 5.2. Phương pháp ma sát đồng đều

Phương pháp ma sát đồng đều là chọn tồn thắt áp suất ma sát trên 1m ống  $\Delta p_1$  cho tất cả các đoạn ống đều bằng nhau để tiến hành tính toán thiết kế đường ống gió. Phương pháp này đặc biệt thích hợp cho các hệ thống thuộc

loại tốc độ thấp, được dùng phổ biến để thiết kế đường ống cấp, ống hồi và ống thải gió. Người ta không dùng phương pháp này để thiết kế hệ thống áp suất cao.

Phương pháp ma sát đồng đều ưu việt hơn hẳn phương pháp giảm dần tốc độ ở trên vì nó không cần phải cân bằng đối với các hệ thống đường ống đối xứng. Nếu hệ thống không đối xứng, có các nhánh ngắn và nhánh dài thì nhánh ngắn nhất cần phải có van gió đóng bớt để hạn chế lưu lượng. Những hệ thống như vậy thường rất khó cân bằng bởi vì phương pháp ma sát đồng đều không đảm bảo được tồn thắt áp suất như nhau trên các nhánh ống, cũng như không đảm bảo được áp suất tĩnh ở mỗi miệng thổi khuếch tán là bằng nhau.

*Có thể tiến hành phương pháp đồng đều theo 2 cách:*

Cách 1: Lựa chọn tiết diện điển hình của hệ thống (thường chọn tiết diện đoạn ống chính ngay phía dây của quạt), và chọn tốc độ không khí thích hợp (theo bảng 5-1 và 5-2) ứng với tiết diện đó. Từ giá trị lưu lượng đã biết kết hợp với tiết diện và tốc độ ta xác định được tồn thắt áp suất ma sát cho 1 m chiều dài ống, và đại lượng  $\Delta p_1$  này dùng để tính toán tất cả các đoạn ống chính và ống nhánh khác.

Cách 2: Lựa chọn giá trị tồn thắt áp suất ma sát cho 1m ống và giữ nguyên giá trị này để tính toán cho toàn bộ các đoạn ống khác của hệ thống. Khi chọn cách này điều quan trọng là phải chọn được tồn thắt áp suất hợp lý, vì nếu chọn  $\Delta p_1$  quá lớn, đường ống sẽ gọn nhẹ nhưng độ ồn sẽ cao. Quạt lớn, khi chọn  $\Delta p_1$  quá bé, đường ống sẽ cồng kềnh, tốc độ gió nhỏ, độ ồn nhỏ và quạt yêu cầu cột áp nhỏ. Để giải quyết vấn đề này, các nhà nghiên cứu khuyên chọn  $\Delta p_1 = 0,8 \div 1,0 \text{ Pa/m}$ .

Để tránh phải sử dụng đồ thị tồn thắt áp suất hình 5-24 khá phức tạp, người ta lập bảng phần trăm lưu lượng - phần trăm tiết diện (bảng 5-11) để đơn giản hóa việc tính toán. Ví dụ, ở ống chính có 100% lưu lượng tương ứng có 100% tiết diện, khi chẽ nhánh có 40% lưu lượng, tương ứng với 48% tiết diện, ống còn lại 60% lưu lượng, tương ứng có 67,5% tiết diện so với ống chính. Bảng 5-11 giới thiệu các số liệu phần trăm lưu lượng - phần trăm tiết diện với hình minh họa kèm theo.

Phương pháp tính tồn thắt áp suất tổng cũng giống như đã giới thiệu, tuy nhiên các phụ kiện và thiết bị được quy ra chiều dài tương đương và  $\Delta p_1$  cho tất cả các đoạn ống là không đổi.

Do phương pháp phục hồi áp suất tĩnh không dùng để thiết kế ống hồi và phạm vi sử dụng ít hơn nên ở đây không giới thiệu.

## 6. Ví dụ tính toán đường ống gió theo phương pháp ma sát đồng đều

Thiết kế đường ống gió theo phương pháp ma sát đồng đều. Cho biết:

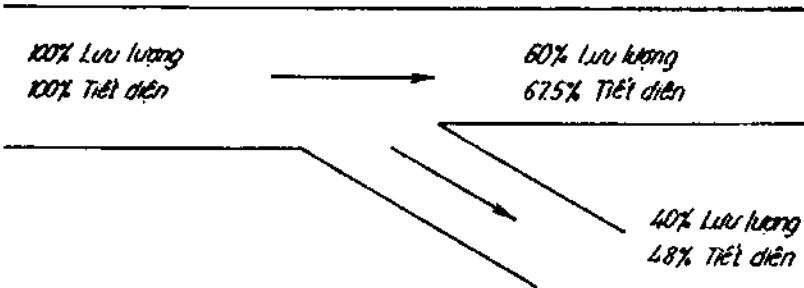
- Đường ống gió cho tòa nhà văn phòng nói chung (hình 5-27).
- Lưu lượng gió tổng: 2700l/s.
- 18 miệng thổi, mỗi miệng có lưu lượng 150l/s.
- Áp suất làm việc cho tất cả các miệng thổi: 3,8 mmH<sub>2</sub>O.
- Bán kính các cút R/d = 1,25.

Bảng 5-11

Phân trăm tiết diện ứng với phân trăm lưu lượng của các ống nhánh theo phương pháp ma sát đồng đều

Lưu lượng %	Tiết diện %						
1	2,0	26	33,5	51	59,0	76	81,0
2	3,5	27	34,5	52	60,0	77	82,0
3	5,5	28	35,5	53	61,0	78	83,0
4	7,0	29	36,5	54	62,0	79	84,0
5	9,0	30	37,5	55	63,0	80	84,5
6	10,5	31	39,0	56	64,0	81	85,5
7	11,5	32	40,0	57	65,0	82	86,0
8	13,0	33	41,0	58	65,5	83	87,0
9	14,5	34	42,0	59	66,5	84	87,5
10	16,5	35	43,0	60	67,5	85	88,5
11	17,5	36	44,0	61	68,0	86	89,5
12	18,5	37	45,0	62	69,0	97	90,0
13	19,5	38	46,0	63	70,0	88	90,5
14	20,5	39	47,0	64	71,0	89	91,5
15	21,5	40	48,0	65	71,5	90	92,0
16	24,0	41	49,0	66	72,5	91	93,0
17	24,0	42	50,0	67	73,5	92	94,0
18	25,0	43	51,0	68	74,5	93	94,5
19	26,0	44	52,0	69	75,5	94	95,0
20	27,0	45	53,0	70	76,5	95	96,0

21	28,0	46	54,0	71	77,0	96	96,5
22	29,5	47	55,0	72	78,0	97	97,5
23	30,5	48	56,0	73	79,0	98	98,0
24	31,5	49	57,0	74	80,0	99	99,0
25	32,5	50	58,0	75	80,5	100	100



Xác định:

1. Tốc độ khởi đầu, tiết diện, cỡ và tổn thất áp suất của đoạn ống đầu tiên từ quạt đến chỗ rẽ nhánh thứ nhất.
2. Kích thước của từng đoạn ống gió.
3. Tổng chiều dài tương đương của mạng đường ống gió với trở kháng lớn nhất.
4. Áp suất tĩnh tổng cần thiết để chọn quạt.

Giải

1. Từ bảng 5-1 và 5-2 tạm chọn tốc độ khởi đầu là 7,0m/s.

Tiết diện ống yêu cầu:

$$\frac{2,7 \text{ m}^3/\text{s}}{7 \text{ m/s}} = 0,3857 \text{ m}^2.$$

Từ bảng 5-3 chọn ống cỡ  $650 \times 600 = 0,3900 \text{ m}^2$ .

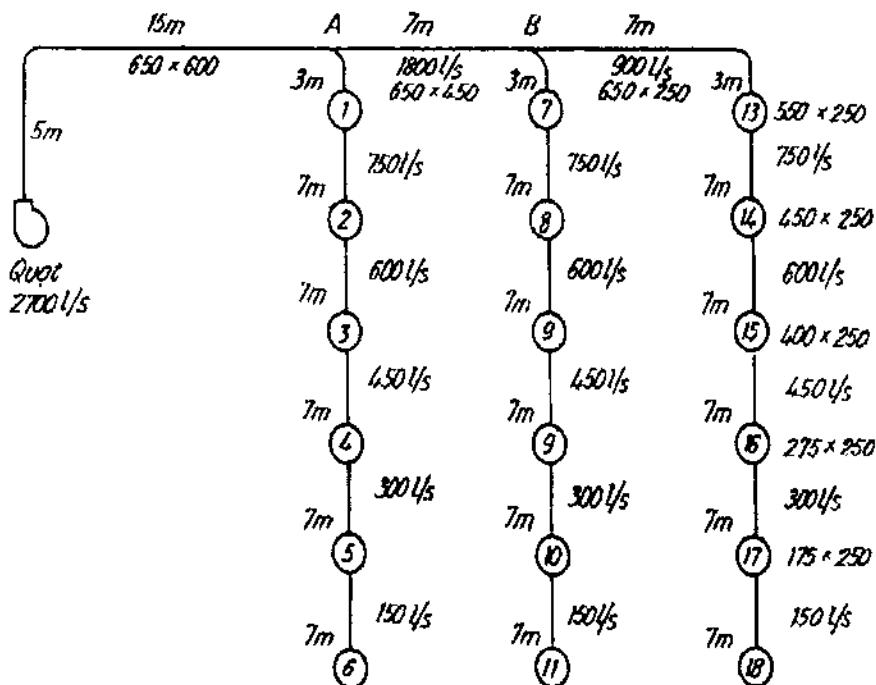
Tính lại tốc độ gió:  $\omega = 2,7/0,39 = 6,92 \text{ m/s}$ .

Trên đồ thị hình 5-24 với lưu lượng gió 2700l/s, tốc độ 6,92m/s được  $\Delta p_l = 0,7 \text{ Pa/m}$  và đường kính ống tương đương  $d_{td} = 690 \text{ mm}$ . Tra bảng 5-3 ta có đường kính ống tương đương chính xác hơn là  $d_{td} = 683 \text{ mm}$ .

2. Sử dụng bảng 5-11 để tính tiết diện ống nhánh và xác định cỡ ống axb theo bảng 5-3. Kết quả tính giới thiệu trong bảng 5-12

Bảng 5-12  
Kết quả tính toán của ví dụ 5-6

Đoạn ống	Lưu lượng gió, l/s	Phần trăm lưu lượng, %	Phần trăm tiết diện, %	Tiết diện ống, %	Cỡ ống chọn, mm	Tốc độ, m/s
Quạt - A	2700	100	100	0,3900	650x600	6,92
A - B	1800	67	73,5	0,2867	650x450	5,54
B - 13	900	33	41,0	0,1599	650x250	5,54
13 - 14	750	28	35,5	0,1385	550x250	5,45
14 - 15	600	22	29,5	0,1151	450x250	5,33
15 - 16	450	17	24,0	0,0936	400x250	4,50
16 - 17	300	11	17,5	0,0683	275x250	4,36
17 - 18	150	6	10,5	0,0410	175x250	3,43



Hình 5-27. Hệ thống ống gió tốc độ thấp cho ví dụ 5-7

Phần trăm lưu lượng (cột 3 bảng 5-12) xác định như sau:

$$\% \text{ lưu lượng ống nhánh} = \frac{\text{Lưu lượng ống nhánh}}{\text{tổng lưu lượng}}$$

Đối với đoạn AB:

$$\% \text{ lưu lượng AB} = \frac{1800 \text{ l/s}}{2700 \text{ l/s}} \approx 67\%$$

- Phần trăm tiết diện (cột 4 bảng 5-12) xác định theo bảng 5-11 từ phần trăm lưu lượng.

- Tiết diện ống (cột 5) xác định như sau:

Tiết diện ống = % tiết diện x tiết diện ống chính.

Đối với đoạn AB, tiết diện ống:

$$AB = 73,5\% \cdot 0,3900 \text{ m}^2 = 0,2867 \text{ m}^2$$

Cỡ ống chọn theo kích thước tiêu chuẩn bảng 5-3. Lưu ý: 2 đoạn đầu từ quạt đến A và AB có chung a = 650mm. Tất cả các đoạn sau có chung cỡ ống b = 250mm.

### 3. Tính tần thắt áp suất

Rõ ràng đoạn ống dài nhất từ quạt đến miệng thổi thứ 18 có chiều dài lớn nhất, do đó ta tiến hành tính trở kháng trên đoạn này để xác định cột áp quạt (bảng 5-13).

Tần thắt áp suất:

$$\Delta p = l \cdot \Delta p_l = 79,3 \cdot 0,7 = 55,51 \text{ Pa} = 5,66 \text{ mmH}_2\text{O}$$

- Nếu bỏ qua phần áp suất tĩnh phục hồi từ áp suất động ta có

Tổng áp suất tĩnh để chọn quạt:

$$\Delta p_t = 5,66 + 3,8 = 9,46 \text{ mmH}_2\text{O}$$

- Do không đảm bảo áp suất tĩnh đồng đều trên từng đoạn ống cần phải bố trí van gió để điều chỉnh lưu lượng các nhánh.

*Bảng 5-13*  
*Kết quả tính chiều dài tương đương ví dụ 5-6*

<b>Đoạn ống</b>	<b>Hạng mục</b>	<b>Chiều dài, m</b>	<b>Cộng thêm chiều dài tương đương, m</b>
Quạt - A	ống gió cút	20	4
A - B	ống gió	7	
B - 13	ống gió cút	10	
13 - 14	ống gió	7	
14 - 15	ống gió	7	3,3
15 - 16	ống gió	7	
16 - 17	ống gió	7	
17 - 18	ống gió	7	
	cộng:	72m	+ 7,3m = 79,3m

## V. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ HỆ ĐƯỜNG ỐNG DẪN NƯỚC

### 1. Đại cương

Trong hệ thống điều hòa trung tâm nước có hệ thống đường ống nước lạnh. Nếu máy làm lạnh nước loại giải nhiệt nước thì hệ thống có thêm hệ thống đường ống nước giải nhiệt. Hệ thống đường ống nước bao gồm hệ thống ống, van, tê, cút, các phụ kiện khác và bơm nước.

Hệ thống nước lạnh làm nhiệm vụ tải lạnh từ bình bay hơi tới các phòng vào mùa hè để làm lạnh phòng (và có thể có thêm nhiệm vụ tải nhiệt từ nồi hơi hoặc bình ngưng của bơm nhiệt để sưởi ấm phòng vào mùa đông).

Hệ thống nước giải nhiệt (còn gọi nước làm mát) có nhiệm vụ tải nhiệt từ bình ngưng lên tháp giải nhiệt để vào môi trường. Nước sau khi được làm mát ở tháp lại quay về bình ngưng nên gọi là nước tuần hoàn. Khi sử dụng nước thành phố hoặc nước giếng một lần rồi thải bỏ gọi là nước không tuần hoàn.

Các vấn đề được quan tâm chủ yếu trong việc thiết kế lắp đặt vận hành đường ống là vật liệu, phạm vi ứng dụng, sự bù đắp nở đường ống, chống rung động, các loại phụ kiện như: tê, cút, các van, lọc và đặc biệt là tốc độ nước và tồn thắt áp suất ma sát, cục bộ ... vì chúng ảnh hưởng chủ yếu đến tuổi thọ, việc bảo trì, bảo dưỡng, giá thành công trình cũng như giá vận hành của hệ thống.

Do khuôn khổ cuốn sách, ở đây không đề cập đến các kiến thức cơ bản về cơ học chất lỏng cũng như ảnh hưởng của nhiệt độ cao hoặc nhiệt độ thấp đến hệ thống mà rất nhiều các sách giáo khoa và tham khảo đã trình bày.

### 1.1. Vật liệu ống

Các vật liệu thông dụng trong các hệ thống đường ống là: ống thép đen, thép tráng kẽm, ống sắt dẻo và tráng kẽm, ống đồng mềm và cứng. Bảng 5-14 giới thiệu các loại vật liệu ống với các lĩnh vực ứng dụng khác nhau. Bảng 5-15 và 5-16 giới thiệu các thông số vật lý của ống thép và ống đồng [6].

Bảng 5-14

Vật liệu ống và phụ kiện khuyên dùng khác nhau

Ống dùng cho	Ống phụ kiện	Phụ kiện
Môi chất Freon	Đường hút	Ống đồng cứng loại L <sup>(1)</sup> Đồng rèn, đồng thau rèn hoặc đồng thau đúc mạ thiếc
	Đường lỏng	Ống thép chiều dày vách ống tiêu chuẩn, hàn phủ hoặc không có mối hàn Sắt hàn 150磅 (lb) hoặc ren dẻo
	Đường đầy (hơi nóng)	Ống đồng cứng loại L Đồng rèn, đồng thau rèn hoặc đồng thau đúc mạ thiếc
		Ống thép, chiều dày vách Ống tiêu chuẩn, hàn phủ hoặc không có mối hàn Sắt hàn 300磅 (lb) hoặc sắt ren dẻo
		Ống đồng cứng loại L <sup>(1)</sup> Đồng rèn, đồng thau rèn hoặc đồng thau đúc mạ thiếc
		Ống thép, chiều dày vách Ống tiêu chuẩn, hàn phủ hoặc không có mối hàn Sắt hàn 300磅 (lb) hoặc sắt ren nhỏ
Nước lạnh		Ống thép đen hoặc tráng kẽm <sup>(2)</sup> Sắt hàn, tráng kẽm, sắt đúc, sắt rèn hoặc sắt đen
		Ống đồng cứng <sup>(2)</sup> Đồng thau đúc, đồng hoặc đồng thau rèn

Nước giải nhiệt hoặc nước bô sung	Ống thép tráng kẽm <sup>(2)</sup>	Sắt hàn, sắt mạ kẽm, sắt đúc hoặc sắt rèn <sup>(3)</sup>
	Ống đồng cứng <sup>(2)</sup>	Đồng thau đúc, đồng rèn hoặc đồng thau rèn
Ống xả nước ngưng (dàn lạnh)	Ống thép tráng kẽm <sup>(2)</sup>	Bộ xả tráng kẽm sắt đúc hoặc rèn <sup>(3)</sup>
	Ống đồng cứng <sup>(2)</sup>	Đồng thau đúc, đồng hoặc đồng thau rèn
Hơi và nước ngưng	Ống thép đén <sup>(2)</sup>	Sắt hàn hoặc sắt đúc
	Ống đồng cứng <sup>(2)</sup>	Đồng thau đúc, đồng hoặc đồng thau rèn
Nước nóng	Ống thép đén	Sắt hàn hoặc đúc <sup>(3)</sup>
	Ống đồng cứng <sup>(2)</sup>	Đồng thau đúc, đồng hoặc đồng thau rèn

Bảng 5-15  
Thông số vật lý của ống thép

Đường kính danh nghĩa $D_s$	Đường kính tương đương $D_v$	Biểu số (Schedule N <sub>0</sub> ) <sup>†</sup>	Đường kính ngoài $d_s$	Đường kính trong $d_v$	Chiều dày vách ống $s$	Khối lượng 1 mét ống
in	mm	-	mm	mm	mm	kg/m
1/8	6	40(s) 80(x)	10,3 10,3	6,8 5,5	1,75 2,4	0,363 0,468
1/4	8	40(s) 80(x)	13,7 13,7	9,2 7,7	2,25 3,0	0,632 0,797
3/8	10	40(s) 80(x)	17,1 17,1	12,5 10,7	2,3 3,2	0,845 1,099
1/2	15	40(s) 80(x)	21,3 21,3	15,8 13,9	2,75 3,7	1,266 1,619
3/4	20	40(s) 80(x)	26,7 26,7	20,9 18,8	2,9 3,9	1,683 2,194
1	25	40(s) 80(x)	33,4 33,4	26,6 24,3	3,4 4,55	2,499 3,234

Đường kính danh nghĩa $D_v$	Đường kính tương đương $D_v$	Biểu số (Schedule $N_0$ ) <sup>1</sup>	Đường kính ngoài $d_o$	Đường kính trong $d_i$	Chiều dày vách ống $s$	Khối lượng 1 mét ống
in	mm	-	mm	mm	mm	kg/m
$1\frac{1}{4}$	32	40(s)	42,1	36,1	3,5	3,374
		80(x)	42,1	32,5	4,8	4,463
$1\frac{1}{2}$	40	40(s)	48,2	40,9	3,7	4,047
		80(x)	48,2	38,1	5,1	5,408
2	50	40(s)	60,3	52,5	3,9	5,440
		80(x)	60,3	49,3	5,5	7,480
$2\frac{1}{2}$	60	40(s)	73,0	62,7	5,2	8,624
		80(x)	73,0	59,0	7,0	11,41
3	70	40(s)	88,9	77,9	5,5	11,28
		80(x)	88,9	73,7	7,6	15,27
$3\frac{1}{2}$	80	40(s)	101,6	90,1	5,75	13,57
		80(x)	101,6	85,4	8,1	18,63
4	90	40(s)	114,3	102,3	6,0	16,07
		80(x)	114,3	97,2	8,55	22,31
5	125	40(s)	141,3	128,2	6,55	21,78
		80(x)	141,3	122,3	9,5	30,95
6	150	40(s)	168,3	154,1	7,1	28,26
		80(x)	168,3	146,3	11,0	42,56
8	200	40(s)	219,0	202,7	8,2	42,53
		80(x)	219,0	193,7	12,7	64,63
10	250	40(s)	273,0	254,5	9,25	60,30
		60(x)	273,0	247,7	12,7	81,48
		80	273,0	243,0	15,0	95,82
12	300	30 (s)	323,9	307,1	8,4	65,24
		40	323,9	303,2	10,3	79,73
		(x)	323,9	298,5	12,7	97,41
		80	323,9	299,0	17,5	131,8
14	350	30 (s)	355,6	336,6	9,8	81,33
		40	355,6	334,2	11,1	94,39
		(x)	355,6	303,2	12,7	107,4
		80	355,6	317,5	19,05	158,3
16	400	30 (s)	406,4	387,4	9,5	92,94
		40 (x)	406,4	381,0	12,7	123,3
		80	406,4	363,6	21,4	203,3

Đường kính danh nghĩa $D_v$	Đường kính tương đương $D_v$	Biểu số (Schedule N <sub>v</sub> ) <sup>1</sup>	Đường kính ngoài $d_o$	Đường kính trong $d_i$	Chiều dày vách ống $s$	Khối lượng 1 mét ống
in	mm	-	mm	mm	mm	kg/m
18	450	(s)	457,2	438,2	9,5	105,2
		40	457,2	431,8	12,7	139,3
		(x)	457,2	428,6	14,2	156,0
		80	457,2	409,6	23,8	254,3
20	500	30 (s)	508,0	489,0	9,5	117,1
		40 (x)	508,0	482,6	12,7	155,2
		80	508,0	477,9	15,05	183,1
			508,0	455,6	26,2	311,1
24	600	(s)	609,6	590,6	9,5	104,9
		(x)	609,6	584,2	12,7	186,9
		40	609,6	574,7	17,5	255,0
		80	609,6	547,7	30,9	441,4

Bảng 5-16  
Thông số vật lý của ống đồng

Phân loại	Đường kính danh nghĩa $D_v$ , in	Đường kính ngoài $d_o$ , in	Đường kính trong $d_i$ , in	Chiều dày vách ống $s$ , in	Áp suất thử tối thiểu, bar	Khối lượng 1 mét ống, kg/m
Ống đồng cứng Kiểu "M" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 250/b	1/4	3,8	0,325	0,025		0,158
	3/8	1,2	0,450	0,025	69	0,214
	1/2	5,8	0,569	0,028	69	0,302
	3/4	7,8	0,811	0,032	61	0,489
	1	1 $\frac{1}{2}$	1,055	0,035	49	0,691
	1	1 $\frac{3}{8}$	1,291	0,042	41	1,014
	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{5}{8}$	1,527	0,049	40,5	1,400
	2	2 $\frac{1}{8}$	2000	0,058	40	2,175
	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	2,495	0,065	32,4	3,024
	3	3 $\frac{1}{8}$	2,981	0,072	30,3	3,992

Phân loại	Đường kính danh nghĩa $D_y, \text{in}$	Đường kính ngoài $d_o, \text{in}$	Đường kính trong $d_i, \text{in}$	Chiều dày vách ống $s, \text{in}$	Áp suất thử tối thiểu, $\text{bar}$	Khối lượng 1 mét ống, $\text{kg/m}$
Ống đồng cứng Kiểu "M" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 250/lb	5	5 $\frac{1}{8}$	4,907	0,109	27,6	9,920
	6	6 $\frac{1}{8}$	5,881	0,122	25,8	13,27
	8	8 $\frac{1}{8}$	7,785	0,170	25,8	24,52
Ống đồng cứng Kiểu "L" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 250/lb	3/8	1/2	0/430	0/035	69	0,295
	1/2	5/8	0/545	0/040	69	0,423
	3/4	7/8	0/785	0/045	69	0,676
	1	1 $\frac{1}{8}$	1,026	0,050	60,7	0,973
	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	1,265	0,055	53,8	1,314
	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{5}{8}$	1,505	0,060	49,6	1,698
	2	2 $\frac{1}{8}$	1,985	0,070	31,8	2,607
	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	2,465	0,080	40	3,694
	3	3 $\frac{1}{8}$	2,945	0,090	38	4,960
	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{5}{8}$	3,425	0,100	36,5	6,390
	4	4 $\frac{1}{8}$	3,905	0,110	35,2	8,014
	5	5 $\frac{1}{8}$	4,875	0,125	31,7	11,34
	6	6 $\frac{1}{8}$	5,845	0,140	29,6	15,19
Ống đồng cứng Kiểu "K" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 400/lb	1/4	3/8	0,311	0,032	69	0,198
	3/8	1/2	0,402	0,049	69	0,401
	1/2	5/8	0,527	0,049	69	0,512
	3/4	7/8	0,745	0,065	69	0,955
	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	0,995	0,065	53,8	1,250
	1	1 $\frac{3}{8}$	1,245	0,065	43,4	1,549
	1	1 $\frac{5}{8}$	1,481	0,072	40	2,026
	2	2 $\frac{1}{8}$	1,959	0,083	35,2	3,068
	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	2,435	0,095	32,4	4,349

Phân loại	Đường kính danh nghĩa $D_v$ , in	Đường kính ngoài $d_o$ , in	Đường kính trong $d_i$ , in	Chiều dày vách ống s, in	Áp suất thử tối thiểu, bar	Khối lượng 1 mét ống, kg/m
Ống đồng cứng Kiểu "K" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 400/b	3	$3\frac{1}{8}$	2,907	0,109	31	5,958
	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{5}{8}$	3,385	0,120	29,6	7,626
	4	$4\frac{1}{8}$	3,857	0,134	29	9,697
	5	$5\frac{1}{8}$	4,805	0,160	27,6	14,40
	6	$6\frac{1}{8}$	5,741	0,192	27,6	20,66
Ống đồng mềm Kiểu "K" tiêu chuẩn nhà nước Áp suất làm việc 250/b	1/4	3/8	0,311	0,032	69	0,198
	3/8	1/2	0,402	0,049	69	0,401
	1/2	5/8	0,527	0,049	69	0,512
	3/4	7/8	0,745	0,065	69	0,955
	1	$1\frac{1}{8}$	0,995	0,065	53,8	1,250
	1	$1\frac{3}{8}$	1,245	0,065	43,4	1,549
	1	$1\frac{5}{8}$	1,481	0,072	40	2,026
	2	$2\frac{1}{8}$	1,959	0,083	35,2	3,068
	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	2,435	0,095	32,4	4,349
	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{8}$	2,907	0,109	31	5,958
	3	$3\frac{5}{8}$	3,385	0,120	29,6	7,626
	4	$4\frac{1}{8}$	3,857	0,134	29	9,697
	5	$5\frac{1}{8}$	4,805	0,160	27,6	14,40
	6	$6\frac{1}{8}$	5,741	0,192	27,6	20,66

## 1.2. Tốc độ nước

Trong các tiêu chuẩn của Nga, tốc độ nước thường được quy định đến 2 m/s, nước muối đến 1 m/s, nhưng trong các tài liệu của phương Tây như Anh, Mỹ tốc độ nước trong ống chọn tùy thuộc vào từng ứng dụng cụ thể như đầu xả bơm, đầu hút, ống góp hồi, ống góp phân phối, phụ thuộc vào giờ vận hành trong năm để tránh xói mòn hoặc phụ thuộc cả vào đường

kính ống. Bảng 5-17 đến 5-19 giới thiệu tốc độ nước khuyên dùng trong từng trường hợp cụ thể nêu trên.

Bảng 5-7

Tốc độ nước khuyên dùng [6]

Đầu đẩy bơm	2,4 - 3,6
Đầu hút bơm	1,2 - 2,1
Ống xả nước	1,2 - 2,1
Ống gốp phản phổi	1,2 - 4,5
Ống đứng đi lên	0,9 - 3,0
Ứng dụng chung	1,5 - 3,0
Nước thành phố	0,9 - 2,1

Bảng 5-18

Tốc độ nước tối đa để giảm xói mòn [6]

1500	4,5
2000	4,2
3000	4,0
4000	3,6
6000	3,0
8000	2,4

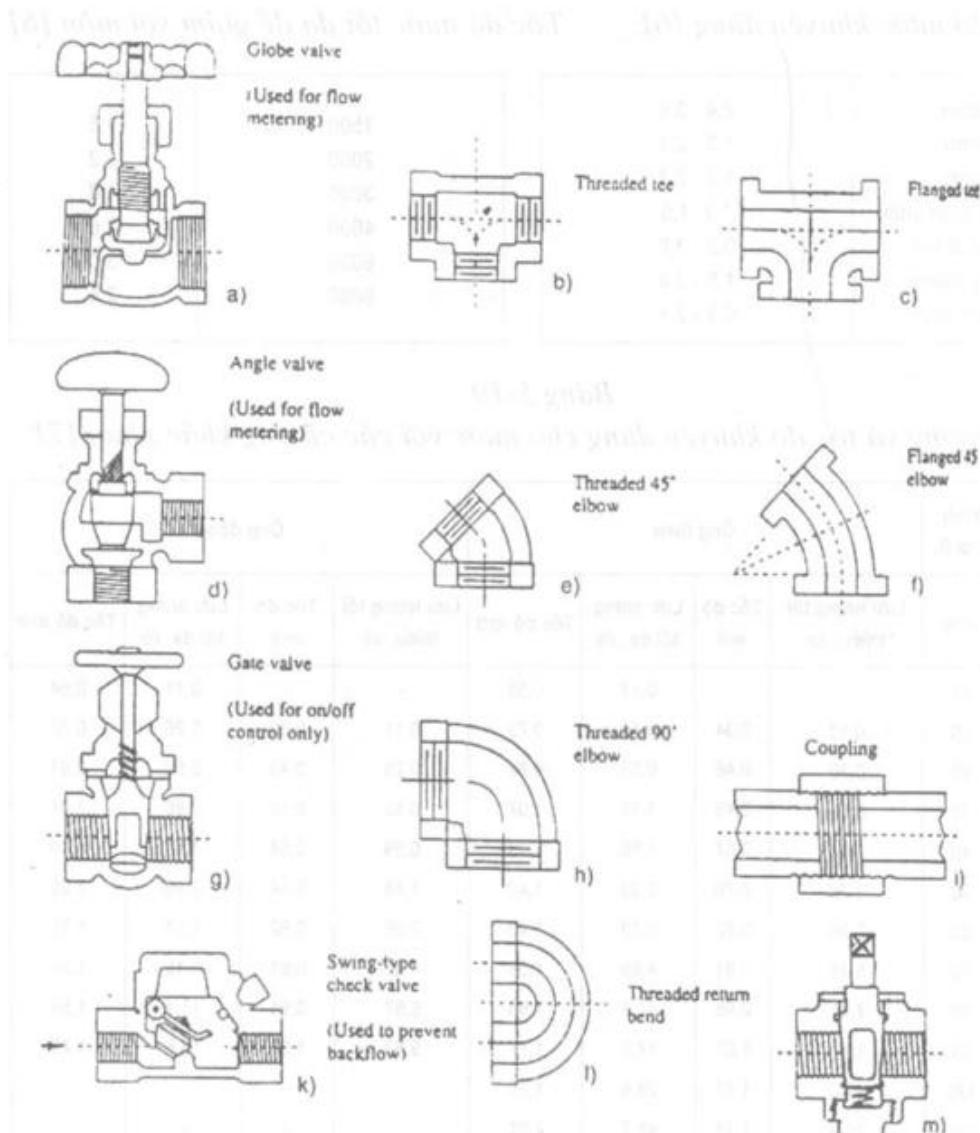
Bảng 5-19

Lưu lượng và tốc độ khuyên dùng cho nước với các cỡ ống khác nhau [7]

Đường kính danh nghĩa D <sub>v</sub>		Ống thép				Ống đồng			
in	mm	Lưu lượng tối thiểu, l/s	Tốc độ m/s	Lưu lượng tối đa, l/s	Tốc độ m/s	Lưu lượng tối thiểu, l/s	Tốc độ m/s	Lưu lượng tối đa, l/s	Tốc độ m/s
1/2	15	-	-	0,13	0,58	-	-	0,11	0,64
3/4	20	0,13	0,34	0,30	0,73	0,11	0,30	0,26	0,70
1	25	0,30	0,46	0,53	0,82	0,26	0,43	0,56	0,91
1 1/4	32	0,53	0,49	1,19	1,07	0,52	0,58	0,96	1,07
1 1/2	40	1,04	0,67	1,70	1,13	0,89	0,64	1,48	1,10
2	50	1,70	0,70	3,33	1,40	1,48	0,64	2,96	1,25
2 1/2	60	2,96	0,82	5,19	1,43	2,96	0,82	5,57	1,55
3	70	5,19	0,91	8,89	1,58	4,82	0,91	8,15	1,58
3 1/2	80	7,41	0,98	12,6	1,65	6,67	0,94	11,1	1,58
4	90	10,4	1,07	17,0	1,77	9,63	1,07	15,6	1,70
5	125	17,0	1,13	29,6	1,95	-	-	-	-
6	150	25,9	1,16	45,2	2,01	-	-	-	-
8	200	44,5	1,16	88,9	2,32	-	-	-	-
10	250	74,1	1,24	133	2,25	-	-	-	-
12	300	111	1,31	207	2,47	-	-	-	-

### 1.3. Van và các phụ kiện

Hình 5- 28 giới thiệu các loại van và phụ kiện thường dùng trong đường ống nước của hệ thống điều hòa không khí.



Hình 5-28. Các loại van và phụ kiện đường ống nước thông dụng trong hệ thống điều hòa không khí.

a- van cầu điều chỉnh lưu lượng; b- tê ren; c- tê bích; d- van góc điều chỉnh lưu lượng; e- cút  $45^\circ$  ren; f- cút  $45^\circ$  bích; g- van công (dùng để đóng mở ON - OFF); h- cút  $90^\circ$  ren; i- đầu nối ren; k- van một chiều kiểu lật; l- U ren; m- van nút (plug cock).

Van sử dụng để đóng mở hoặc điều chỉnh dòng nước bằng tay hoặc tự động nhờ một thiết bị tự động kiểu điện tử, khí nén, lò xo, thủy lực hoặc nhờ mô-tơ điện... Một số loại van tự động kiểu này như van điện tử, van tác động nhờ khí nén, động cơ điện được trình bày ở các môn học trước như: Máy và thiết bị lạnh...

Van chủ yếu bao gồm một thân van, một cửa thoát cho dòng chảy trên đó có đê van và đĩa van và ti van để nâng hạ đĩa van khi đóng mở hoặc điều chỉnh dòng chảy. Để tránh nước rò rỉ qua ti van cần có đệm kín hoặc màng kín ngăn cách khoang có áp suất bên trong và khí quyển bên ngoài.

Đựa trên hình dáng, cấu tạo thân van, đĩa van và chức năng của van có thể phân ra các loại van như van cầu, van công, van chữ Y, van một chiều lật, van một chiều nâng, van góc (hình 5-28 g).

#### *Van công*

Van có tên van công là do đĩa van có dạng cánh công. Khi đĩa van nâng lên đến vị trí mở hoàn toàn, dòng chảy hầu như không bị trở lực. Đĩa van có thể là một khối là loại thông dụng nhất nhưng có thể là hai mảnh tách rời nhau được căng ra 2 bên để đảm bảo độ kín khít tốt hơn với đê van ở 2 bên. Van công sử dụng chủ yếu để đóng mở hoàn toàn ON - OFF. Nếu dùng để điều chỉnh dòng chảy có thể gây ra rung động không ổn định làm ồn hoặc giảm tuổi thọ của van. Van công thường được sử dụng để chặn hoặc khóa cách ly một FCU hoặc một thiết bị ra khỏi hệ thống khi tiến hành thay thế, bảo dưỡng, sửa chữa FCU hoặc thiết bị đó.

#### *Van cầu, van Y, van góc*

Có tên van cầu là do thân van có dạng hình cầu (hình 5-28 a). Van cầu có đĩa hình tròn hoặc đĩa van tròn có dạng nút chai ép lên đê van có cửa thoát hình tròn. Dòng đi qua van phải chuyển hướng qua lại  $90^{\circ}$  nên có trở lực dòng chảy lớn. Nó có thể đóng mở nhanh hơn đáng kể so với van công. Van chữ Y (xem bảng 5-20) cũng là một loại van cầu, nhưng ti van làm với dòng chảy một góc  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$  hoặc  $60^{\circ}$  chứ không phải  $90^{\circ}$  như van cầu. Với cấu tạo như vậy tổn thất áp suất của dòng chảy được giảm xuống đáng kể. Van góc có cấu tạo giống như van cầu, tuy nhiên dòng chảy vào và ra làm với nhau một góc  $90^{\circ}$ . Van góc có trở lực dòng chảy nhỏ hơn, đồng thời có thể thay thế một cút  $90^{\circ}$ . Các loại van này dùng để đóng, mở và điều chỉnh lưu lượng.

#### *Van một chiều (check valve)*

Van có tên là van một chiều vì chức năng của van chỉ cho dòng chảy theo một chiều nhất định, ngăn dòng chảy theo hướng ngược lại. Theo cấu tạo có

rất nhiều dạng nhưng có hai dạng thông dụng nhất là van một chiều kiều lật và kiều nâng. Van một chiều lật có đĩa van treo trên cửa thoát. Ở trạng thái bình thường đĩa van nằm trên đế van do trọng lực của đĩa van. Khi có dòng chảy, nước đẩy đĩa van lật lên chờ dòng thông. Nếu có dòng chảy ngược, trọng lực đĩa van và áp lực dòng chảy ngược đóng chặt đĩa van lên đế van, để chặn dòng chảy ngược. Van một chiều kiều nâng có đĩa van dạng cốc đặt trên đế van. Đĩa van nâng lên, hạ xuống trong một lồng dẫn hướng. Dòng chảy thuận tự nâng đĩa van lên còn dòng chảy ngược có tác dụng đè đĩa van lên đế van để đóng chặn. Van một chiều lật có trở lực nhỏ hơn van một chiều kiều nâng vì dòng chảy không bị làm rối.

#### *Van nút (plug cock)*

Van có tên là van nút (plug cock hoặc plug valve) vì chi tiết đóng mở dòng chảy có dạng hình trụ, còn có lỗ thoát bố trí ngay trên chi tiết đóng, mở. Đóng và mở dòng chảy hoàn toàn khi gạt hình trụ còn quay một góc  $90^{\circ}$ . Van nút chủ yếu dùng để đóng mở và điều chỉnh lưu lượng dòng chảy, cân bằng áp suất giữa các nhánh ống hoặc các FCU. Khi mở hoàn toàn, tồn thắt áp suất qua van rất nhỏ.

#### *Van bi (ball valve)*

Van có tên là van bi vì đĩa van có hình bi cầu, lỗ thông dòng bố trí ngay trên thân bi. Giống như van nút đóng và mở hoàn toàn khi xoay bi  $90^{\circ}$ . Giống như van cổng, van bi dùng để đóng mở hoàn toàn kiểu ON – OFF, nhưng van bi có ưu điểm là gọn nhẹ và rẻ hơn.

#### *Van bướm (butterfly valve)*

Van có tên là van bướm vì đĩa van có hình giống con bướm với trực xoay ở giữa với 2 cánh nửa hình tròn 2 bên. Giống như van nút và van bi, đóng và mở van hoàn toàn khi xoay trực đĩa van  $90^{\circ}$ . Khi mở hoàn toàn, tồn thắt áp suất qua van nhỏ. Van bướm gọn nhẹ, thao tác và lắp đặt dễ dàng, giá cả rẻ hơn van cổng. Van bướm dùng để đóng khóa hoặc mở hoàn toàn kiểu 2 vị trí ON – OFF, nhưng cũng có thể sử dụng để điều chỉnh lưu lượng dòng chảy. Van bướm ngày càng thông dụng và hay được dùng cho ống cỡ lớn.

#### *Van cân bằng (balance valve)*

Các loại van cân bằng dùng để cân bằng dòng chảy hoặc cân bằng áp suất trên các nhánh đường ống nước. Có 2 loại là van cân bằng tay và van cân bằng tự động. Một van cân bằng tay thường được bố trí các ống nhánh đo áp

suất để xác định dòng chảy và một cửa có thang chia để hiệu chỉnh dòng chảy. Van cân bằng tự động thường được gọi là van tự động khống chế lưu lượng. Van có một chi tiết điều chỉnh tiết diện cửa thoát nhờ hiệu áp của nước qua van.

#### *Van an toàn (pressure relief valve)*

Van an toàn còn được gọi là van giảm áp làm nhiệm vụ an toàn cho hệ thống khi áp suất vượt mức cho phép. Van an toàn có 1 cơ cấu lò xo hoặc một chi tiết dạng đĩa dễ vỡ. Khi áp suất vượt mức cho phép, lò xo bị nén lại, van mở xả áp về đường hút hoặc ra ngoài. Đối với van dạng đĩa, đĩa sẽ bị phá hủy (nổ hoặc vỡ) để mở van giảm áp suất cho hệ thống.

Các van và phụ kiện thường được nối với nhau bằng đường ống qua các mối nối khác nhau như: mối nối bích, mối nối ren, mối nối hàn điện, hàn đồng hoặc hàn chày, các rắc co, đầu loe. Các van và các mối nối thường có phạm vi làm việc về áp suất, nhiệt độ, môi chất nhất định. Khi sử dụng cần có chỉ dẫn của nhà sản xuất hoặc theo catalog kỹ thuật.

#### **1.4. Xác định tổn thất áp suất theo phương pháp đồ thị**

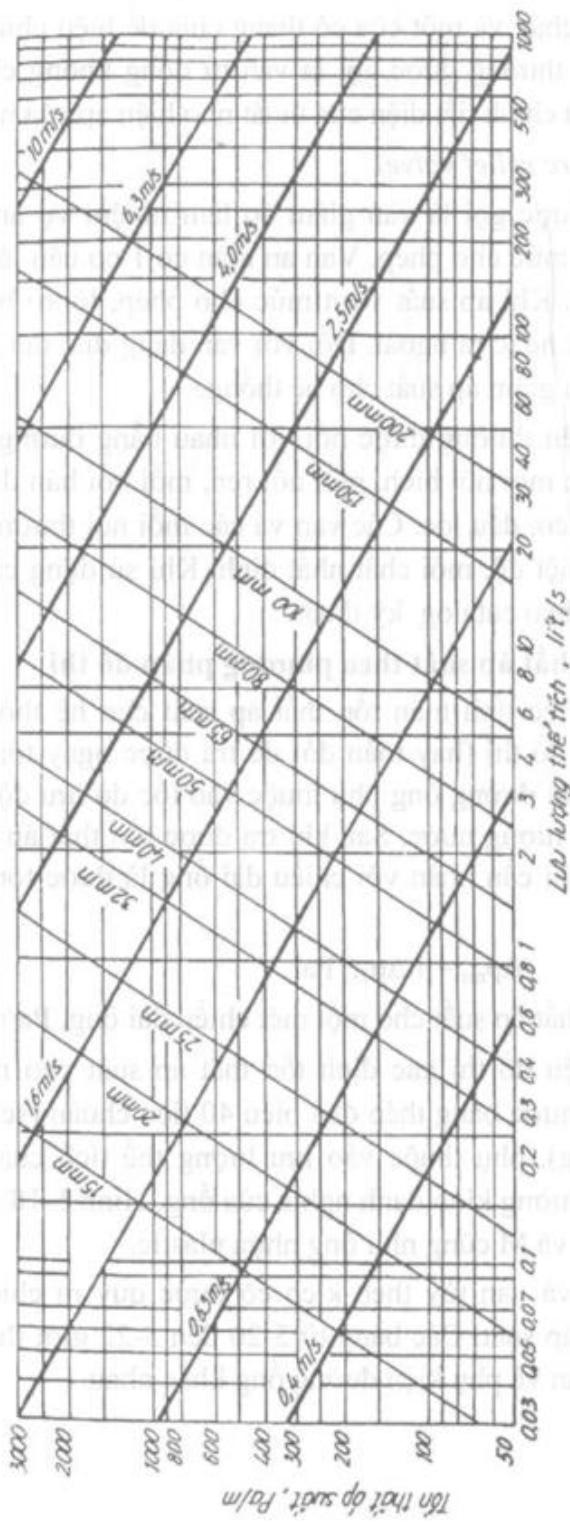
Để đơn giản hóa việc tính toán tổn thất áp suất cho hệ thống ống nước người ta thành lập các đồ thị (hay toán đồ) để tra được ngay tổn thất áp suất cho một đơn vị chiều dài đường ống phụ thuộc vào tốc độ lưu động của nước, đường kính ống và lưu lượng nước. Sau khi tra được tổn thất áp suất cho một mét chiều dài ống, ta chỉ cần nhân với chiều dài ống là được tổn thất áp suất ma sát tổng

$$\Delta p_{ms} = l \cdot \Delta p_1, \text{ Pa}$$

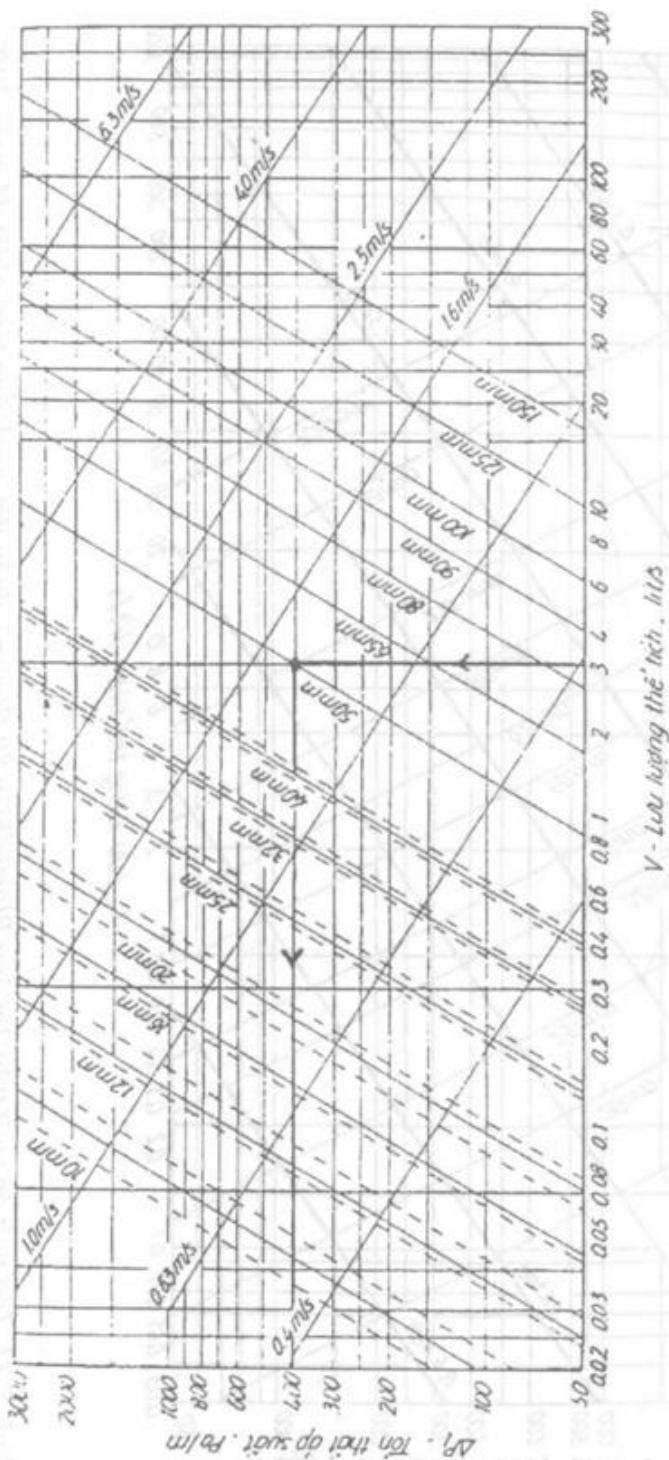
trong đó  $\Delta p_1$  - tổn thất áp suất cho một mét chiều dài ống, Pa/m.

Hình 5-29 giới thiệu đồ thị xác định tổn thất áp suất cho một mét ống, Pa/m, đối với ống dẫn nước bằng thép đen biều 40 tiêu chuẩn (schedule 40 (s) - chiều dày thông dụng), phụ thuộc vào lưu lượng thể tích của nước 20<sup>0</sup> C (hoặc tốc độ nước) và đường kính danh nghĩa của ống. Hình 5-18 và 5-19 dùng cho ống đồng loại K, L và M cũng như ống nhựa plastic.

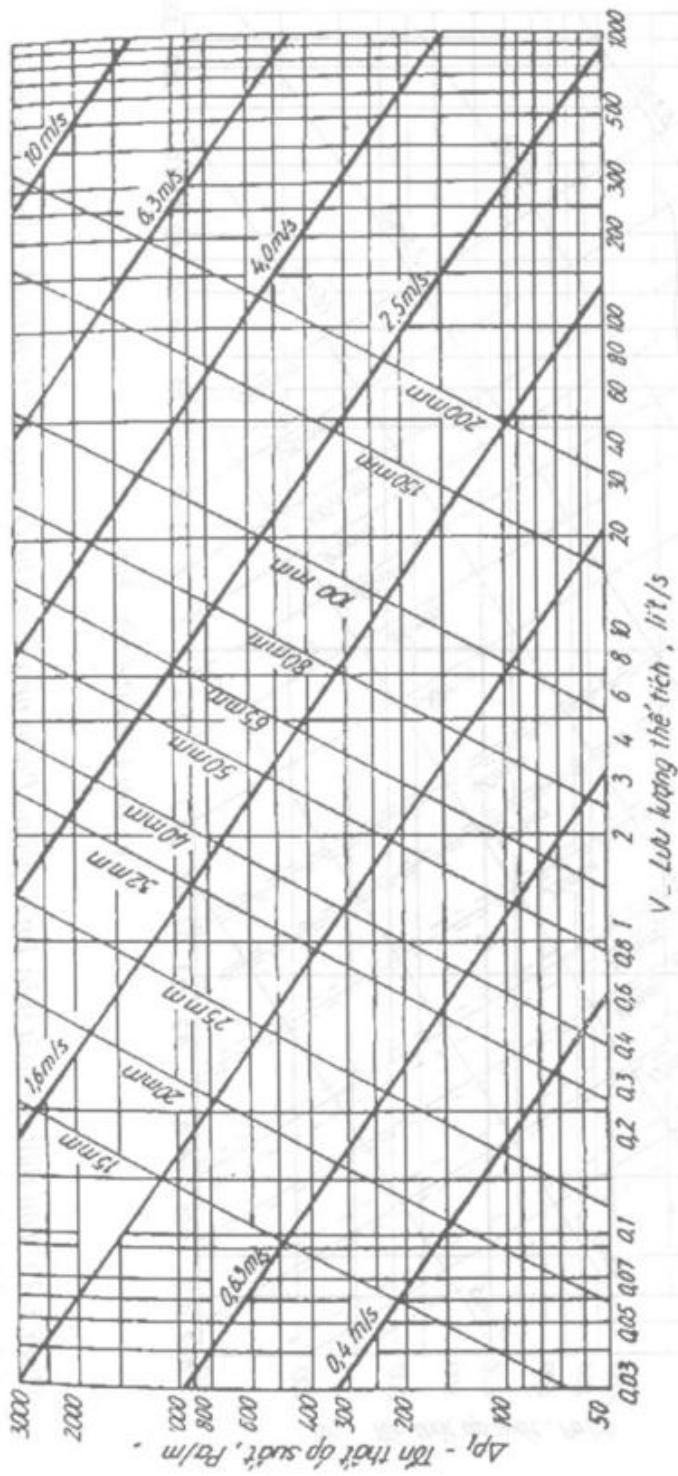
Các loại phụ kiện và van tùy theo kích cỡ được quy ra chiều dài tương đương để tính tổn thất áp suất. Các bảng từ 5-20 đến 5-22 giới thiệu chiều dài tương đương của các van và phụ kiện đường ống khác nhau.



Hình 5-29. Tension áp suất trên 1m ống, ống thép đen biêu 40 tiêu chuẩn,  $\Delta p$ , Pa/m phụ thuộc lưu lượng thể tích (hoặc tốc độ nước) và đường ống, nhiệt độ mực 20°C.



Hình 5-30. Tần suất áp suất trên lumen ống phụ thuộc lưu lượng thể tích (hoặc tốc độ nước) và đường kính danh nghĩa của ống cho nhiệt độ nước 20 °C, ống đồng loại K, L. M. Ví dụ:  $V = 3 \text{ l/s}$ ,  $d_v = 50 \text{ mm}$ ,  $w = 1,45 \text{ m/s}$ ,  $\Delta p_l = 400 \text{ Pa/m}$ .



Hình 5-31. Tóm thắt áp suất trên ống Plastic biều 80 (loại có chiều dày vách ống lớn) nhiệt độ nước 20 °C, phụ thuộc lưu lượng thể tích (hoặc tốc độ nước) và đường kính danh nghĩa của ống.

Hình 5-20

Tổn thất áp suất tính theo chiều dài tương đương  $l_{eq}$ , m của một số loại van

Đường kính danh nghĩa của ống dẫn	Van cầu		Van Y 60°	Van Y 45°	Van góc
	m	mm			
3/8	10	5,18	2,44	1,83	1,83
1/2	15	5,49	2,74	2,13	2,13
3/4	20	6,71	3,35	2,74	2,74
1	25	8,84	4,57	3,66	3,66
1 1/4	32	11,58	6,10	4,57	4,57
1 1/2	40	13,11	7,32	5,49	5,49
2	50	16,76	9,14	7,32	7,32
2 1/2	60	21,03	10,67	8,84	8,84
3	70	25,60	13,11	10,67	10,67
3 1/2	80	30,48	15,24	12,50	12,50
4	90	36,58	17,68	14,33	14,33
5	125	42,67	21,64	17,68	17,68
6	150	51,82	26,82	21,34	21,34
8	200	67,06	35,05	25,91	25,91
10	250	85,34	44,20	32,00	32,00
12	300	97,64	50,29	39,62	39,62
14	350	109,7	56,39	47,24	47,24
16	400	124,97	61,01	54,86	54,86
18	450	140,2	73,15	60,96	60,96
20	500	158,5	83,82	71,63	71,63
24	600	185,9	97,54	80,77	80,77

Bảng 5-20

Đường kính danh nghĩa của ống dẫn	Van cổng	Van một chiều loại lật (swing type)	Phin lọc chữ Y	Van một chiều loại nâng (lift type)	
in	mm		Mặt bích	Có ren	
3/8	10	0,183	1,52	-	-
1/2	15	0,213	1,83	-	0,914
3/4	20	0,274	2,44	-	1,22
1	25	0,305	3,05	-	1,52
1 <sup>1/4</sup>	32	0,457	4,27	-	2,74
1 <sup>1/2</sup>	40	0,548	4,88	-	3,05
2	50	0,701	6,10	8,23	4,27
2 <sup>1/2</sup>	60	0,853	7,62	8,53	6,10
3	70	0,975	9,14	12,80	12,19
3 <sup>1/2</sup>	80	1,22	10,67	14,63	-
4	90	1,37	12,19	18,29	-
5	125	1,83	15,24	23,38	-
6	150	2,13	18,29	33,53	-
8	200	2,74	24,38	45,72	-
10	250	3,66	30,48	57,19	-
12	300	3,69	36,58	76,20	-
14	350	4,57	41,15	-	-
16	400	5,18	45,72	-	-
18	450	5,79	50,29	-	-
20	500	6,71	60,96	-	-
24	600	7,62	73,15	-	-

Bảng 5-21

Tổn thất áp suất tĩnh ra chiều dài tuồng đường  $l_{st}$  (m) của các phụ kiện đường ống

Đường kính danh nghĩa của ống dẫn		Các loại cút (elbow)		Các loại cút tiêu chuẩn				Các loại T và bô giảm áp			
$in$	$mm$										
8	10										
1/2	15	0,427	0,274	0,213	0,135	0,707	0,823	0,274	0,366	0,427	0,427
3/4	20	0,487	0,305	0,244	0,196	0,762	0,914	0,305	0,427	0,487	0,487
1	25	0,609	0,427	0,274	0,187	0,975	1,220	0,426	0,579	0,609	0,609
1 1/4	32	0,792	0,518	1,25	0,396	0,640	1,25	1,524	0,518	0,701	0,792
1 1/2	40	1,01	0,701	1,71	0,517	0,914	1,71	2,13	0,701	0,945	1,006
2	50	1,22	0,792	1,92	0,640	1,04	1,92	2,44	0,792	1,128	1,219
2 1/2	60	1,52	1,01	2,50	0,792	1,37	2,50	3,05	1,006	1,432	1,524
3	70	2,29	1,52	3,09	0,975	1,59	3,05	3,66	1,249	1,707	1,820
3 1/2	80	2,74	1,80	4,57	1,43	2,23	4,57	5,49	1,798	2,44	2,74
4	90	3,05	2,04	35,18	1,59	2,59	5,18	6,40	2,04	2,74	3,05
5	125	3,69	2,50	6,40	1,98	3,35	6,40	7,62	2,50	3,66	3,96
6	150	4,88	3,05	7,62	2,41	3,96	7,62	9,14	3,05	4,27	4,88
8	200	6,10	3,69	-	3,05	-	10,06	12,19	3,96	5,49	6,09
10	250	7,62	4,88	-	3,96	-	12,80	15,24	4,88	7,01	7,62
12	300	9,14	5,79	-	4,88	-	15,24	18,29	5,79	7,96	9,14
14	350	10,36	7,01	-	5,49	-	16,76	20,73	7,01	9,14	10,36
16	400	11,58	7,93	-	6,10	-	18,90	23,77	7,96	10,67	10,58
18	450	12,80	8,84	-	7,01	-	21,34	25,91	8,84	12,19	12,80
20	500	15,24	10,06	-	7,93	-	24,69	30,48	10,06	13,41	15,24
24	600	18,29	12,19	-	9,14	-	28,65	35,05	12,19	15,24	18,29

Bảng 5-22

Tổn thất áp suất tĩnh ra chiều dài tương ứng của một số trường hợp đặc biệt

Đường kính danh nghĩa của ống dẫn d	mm	d/D, độ mở			d/D, độ thu			Các loại T và bộ giảm áp		
		1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	Vào	Ra	Vào
8	10	0,427	0,244	0,092	0,213	0,152	0,0914	0,457	0,244	0,457
1/2	15	0,548	0,335	0,122	0,274	0,213	0,122	0,548	0,305	0,548
3/4	20	0,762	0,457	0,152	0,366	0,305	0,152	0,853	0,427	0,853
1	25	0,975	0,609	0,213	0,487	0,366	0,213	1,127	0,548	1,127
1 <sup>1/4</sup>	32	1,432	0,914	0,305	0,701	0,548	0,305	1,615	0,792	1,615
1 <sup>1/2</sup>	40	1,768	1,097	0,366	0,884	0,670	0,366	2,012	1,006	2,012
2	50	2,438	1,463	0,488	1,220	0,914	0,488	2,743	1,341	2,743
2 <sup>1/2</sup>	60	3,050	1,859	0,609	1,524	1,158	0,6099	3,657	1,707	3,657
3	70	3,962	2,438	0,792	1,981	1,493	0,792	4,267	2,194	4,267
3 <sup>1/2</sup>	80	4,572	2,804	0,914	2,347	1,829	0,914	5,181	2,590	5,181
4	90	5,181	3,353	1,158	2,743	2,072	1,158	6,096	3,048	6,096
5	125	7,315	4,572	1,524	3,657	2,743	1,524	8,230	4,267	8,230
6	150	8,839	6,705	1,829	4,572	3,353	1,829	10,058	5,791	10,058
8	200	-	7,620	2,591	-	4,572	2,591	14,325	7,315	14,325
10	250	-	9,753	3,353	-	6,096	3,353	18,288	8,839	18,288
12	300	-	12,496	3,962	-	7,620	3,962	22,250	11,280	22,250
14	350	-	-	4,877	-	-	4,877	26,210	13,716	26,210
16	400	-	-	5,486	-	-	5,486	29,260	15,240	29,260
18	450	-	-	6,096	-	-	6,096	35,050	17,678	35,050
20	500	-	-	-	-	-	-	43,280	21,336	43,280
24	600	-	-	-	-	-	-	49,680	25,298	49,680

*Ví dụ xác định tổn thất áp suất theo phương pháp đồ thị.*

Xác định tổn thất áp suất của hệ thống đường ống nước bằng sắt tráng kẽm  $D_y = 150\text{mm}$  tiêu chuẩn (6"), cho biết lưu lượng nước là  $40 \text{l/s}$ . Trên đường ống có một van cổng ren chuẩn, 2 cút  $90^\circ$  ren chuẩn, 1 van 1 chiều chuẩn kiều lật, chiều dài tổng đường ống  $50\text{m}$ .

Giải:

Với  $V = 40\text{l/s}$ ,  $D_y = 150\text{mm}$ , xác định được  $\Delta p_1 = 270 \text{ Pa/m}$ .

Chiều dài đường ống  $L_{td} = 50 \text{ m}$ ,  $\Delta p_{ms} = 50.270 = 13500 \text{ Pa}$ .

Chiều dài tương đương:

của van cổng là  $2,13 \text{ m}$

của 2 cút  $90^\circ$  là  $4,88 \times 2 = 9,76 \text{ m}$

của van một chiều là  $18,29 \text{ m}$

Tổng chiều dài tương đương:

$$L_{td} = 2,13 + 9,76 + 18,29 = 30,18 \text{ m.}$$

Tổn thất áp suất là:

$$\Delta p_{cb} = L_{td} \cdot \Delta p_1 = 30,18 \cdot 270 = 8149 \text{ Pa}$$

Tổn thất áp suất tổng:

$$\Delta p = 13500 + 8149 = 21649 \text{ Pa} \cong 0,22 \text{ bar} = 22,1 \text{ mét cột nước.}$$

## 2. Phương pháp thiết kế đường ống nước

Để xác định được đường kính ống dẫn nước cần phải xác định được lưu lượng nước đi qua nó và tốc độ của dòng nước. Vì vậy trình tự tính toán thiết kế hệ thống đường ống nước được tiến hành như sau:

- 1 - Lựa chọn sơ đồ đường ống.
- 2 - Xác định lưu lượng qua từng đoạn ống.
- 3 - Chọn tốc độ dòng nước cho phù hợp (theo bảng 6.4).
- 4 - Tính toán đường kính trong của ống:

$$d_r = \sqrt{\frac{4L}{\pi W}}, \text{ (m).}$$

trong đó:

$L$  – lưu lượng đi qua đường ống ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$W$  - vận tốc dòng nước trong đường ống ( $\text{m/s}$ )

$d_T$  - đường kính trong của ống

5 - Lựa chọn đường kính ống theo đường kính tiêu chuẩn.

$$d_T^{tc} \geq d_T$$

6 – Tính toán trở lực đường ống (đã tính bằng phương pháp tính toán ở trên):  $\Delta p = \Delta p_{ms} + \Delta p_{ch}$ .

## VI. TÍNH CHỌN QUẠT GIÓ VÀ BƠM NƯỚC

### 1. Tính chọn quạt

#### 1.1. Khái niệm chung

##### *Nhiệm vụ*

Nhiệm vụ chính của quạt trong hệ thống điều hòa không khí là:

- Tuần hoàn, vận chuyển và lưu thông không khí từ thiết bị xử lý không khí đến không gian điều hòa và ngược lại.

- Quạt gió cưỡng bức cho dàn ngưng giải nhiệt gió, tháp ngưng tụ và tháp giải nhiệt ...

- Cấp gió tươi, xả gió thải, thông gió, đảm bảo áp suất dương cho đường thoát nạn nhà cao tầng...

##### *Phân loại*

Tùy theo nguyên tắc cấu tạo phân ra loại hướng trực, li tâm và ngang dòng (lồng sóc). Quạt li tâm cũng có thể phân ra nhiều dạng như cánh cong hướng thuận, cánh cong hướng ngược, 1 cửa hút, 2 cửa hút, truyền động trực tiếp, truyền động gián tiếp qua đai ... Tùy theo cột áp phân ra quạt cao áp trung áp và hạ áp, theo ứng dụng phân ra quạt dân dụng, quạt công nghiệp ..., theo tính chất nhiệt ẩm phân ra loại chịu ẩm, chịu nhiệt, chịu hóa chất ...

##### *Cột áp của quạt*

Cột áp của quạt còn gọi là cột áp tổng của quạt là hiệu của áp suất tuyệt đối đầu đẩy và đầu hút của quạt thường được ký hiệu là  $\Delta p$  đơn vị Pa hoặc  $mmH_2O$  ( $1mmH_2O = 9,81Pa$ ).

Cột áp động của quạt là cột áp gây ra do tốc độ không khí đi trong ống dẫn, tính theo biểu thức:

$$\Delta p_d = \rho \cdot \frac{\omega^2}{2}, \text{ Pa}$$

$\rho$  - khối lượng riêng không khí,  $kg/m^3$ .

$\omega$  - tốc độ gió,  $m/s$ .

Cột áp tĩnh của quạt là hiệu cột áp tổng và cột áp động:

$$\Delta p_t = \Delta p - \Delta p_d.$$

Công suất lý thuyết của quạt là công suất làm biến đổi trạng thái của không khí từ trạng thái hút đến trạng thái đẩy .Không tính đến các tổn thất.

$$N_{lt} = V \cdot \Delta p, \text{W}$$

$V$  – năng suất thể tích của quạt.  $\text{m}^3/\text{s}$ .

$\Delta p$  – cột áp tổng của quạt, Pa.

Công suất yêu cầu và hiệu suất quạt: là công suất đã tính tới các tổn thất như tổn thất trọng, tổn thất ma sát, tổn thất truyền động:

$$N = \frac{N_{lt}}{\eta} = \frac{V \cdot \Delta p}{\eta}, \text{W}$$

trong đó:  $\eta$  - hiệu suất của quạt.

Lưu lượng của quạt là thể tích không khí mà quạt vận chuyển được trong một đơn vị thời gian, kí hiệu  $V$  (hoặc  $L$ ), đơn vị  $\text{m}^3/\text{s}$  ...

Tốc độ vòng quay của quạt là số vòng quay của trục quạt trong một đơn vị thời gian, kí hiệu  $n$ , đơn vị  $\text{vg/s}$ .

#### *Đặc tính của quạt*

Đặc tính của quạt là một loạt các họ đường cong khác nhau biểu diễn các mối quan hệ giữa:

- Lưu lượng,  $\text{m}^3/\text{s}$ , và cột áp  $\Delta p$ , Pa phụ thuộc tốc độ vòng quay  $n$ .
- Lưu lượng,  $\text{m}^3/\text{s}$ , và cột áp  $\Delta p$ , Pa phụ thuộc hiệu suất  $\eta$ .
- Lưu lượng,  $\text{m}^3/\text{s}$ , và cột áp  $\Delta p$ , Pa phụ thuộc đặc tính ống gió.
- Lưu lượng,  $\text{m}^3/\text{s}$ , và cột áp  $\Delta p$ , Pa và công suất yêu cầu, W.

Hình 5-32 giới thiệu các đường đặc tính của quạt biểu diễn trên trực tọa độ Đề các thông thường của các mối quan hệ trong đó:

$\Delta p$  - tổn thất áp suất.

$V$  – lưu lượng thể tích,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

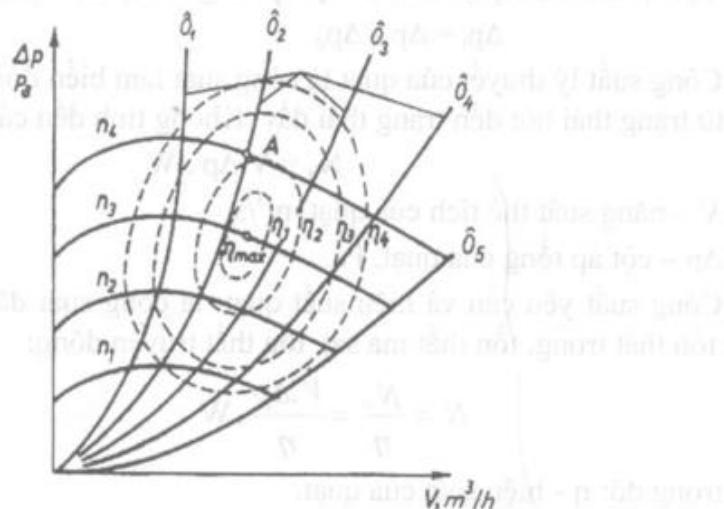
$n_1 - n_4$ : các đường đặc tính vòng quay khác nhau;

$\eta_1 - \eta_4$  và  $\eta_{max}$  – các đường đặc tính hiệu suất khác nhau;

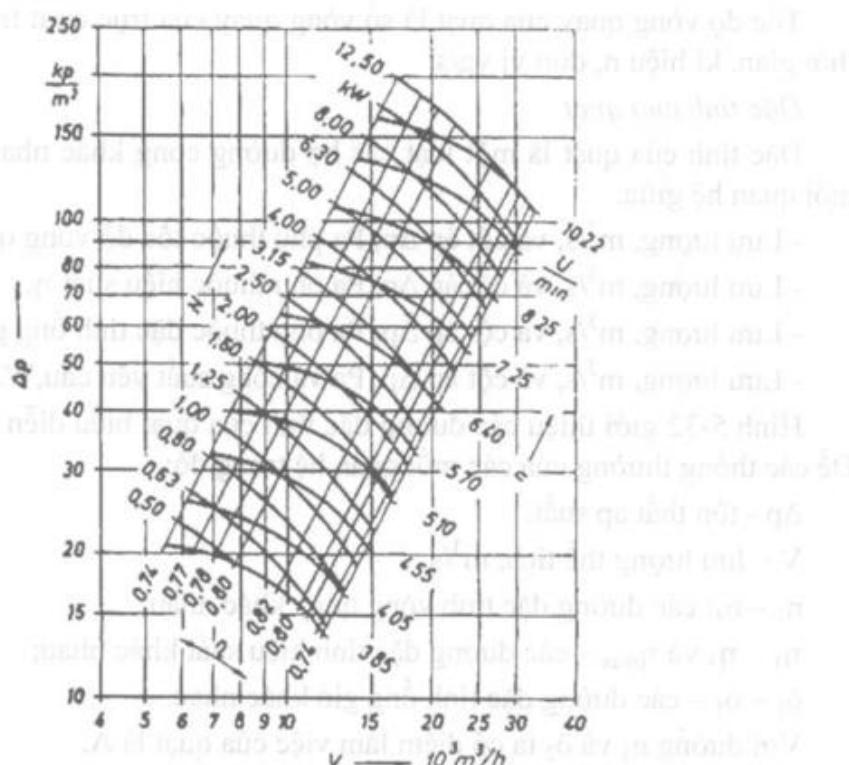
$\delta_1 - \delta_5$  – các đường đặc tính ống gió khác nhau.

Với đường  $n_4$  và  $\delta_2$  ta có điểm làm việc của quạt là A.

Hình 5-33 giới thiệu các đường đặc tính quạt biểu diễn trên 2 trực tọa độ thang logarit, có thêm công suất tiêu thụ trên trực động cơ N, kW.



Hình 5-32 Các đường đặc tính quat



Hình 5-33. Các đường đặc tính quạt biểu diễn trên 2 trục toa độ thang logarit

### **Một số định luật quạt**

Giả sử mật độ không khí  $\rho$  không đổi còn tốc độ  $n$  của quạt thay đổi ta có các quan hệ:

Quan hệ tốc độ và lưu lượng:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (5-7)$$

Quan hệ giữa tốc độ và cột áp tĩnh:

$$\frac{\Delta p_{t1}}{\Delta p_{t2}} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2 \quad (5-8)$$

Quan hệ giữa tốc độ và công suất:

$$\frac{N_1}{N_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3 \quad (5-9)$$

*Ví dụ 5-9*

Quạt cấp của một hệ thống điều hòa không khí có các thông số như sau:  $n = 600$  vg/ph,  $N = 4,8$  kW,  $\Delta p_1 = 50$  mmH<sub>2</sub>O,  $V = 30000$  m<sup>3</sup>/h ứng với không khí tiêu chuẩn ( $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $p = 760$  mm Hg,  $= 1,205$  kg/m<sup>3</sup>). Nếu cần tăng lưu lượng lên 36000 m<sup>3</sup>/h thì  $n$ ,  $\Delta p_1$  và  $N$  thay đổi như thế nào?

Giải:

Từ công thức (5-7) có:

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 600 \cdot \frac{36000}{30000} = 720 \text{ vg/ph}$$

Từ công thức (5-8) có:

$$\Delta p_{t2} = \Delta p_{t1} \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2 = 50 \left( \frac{720}{600} \right)^2 = 72 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Từ công thức (5-9) có:

$$N_2 = N_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

### Ví dụ 5.10

Một quạt có các thông số sau:  $n = 615 \text{ vg/ph}$ ;  $\Delta p_1 = 58 \text{ mmH}_2\text{O}$ ,  $V = 10000 \text{ m}^3/\text{ph}$ ,  $N = 2,1 \text{ kW}$ . Cho biết công suất lắp đặt của mô tơ kéo là 5HP (mã lực). Xác định lưu lượng cực đại của quạt mà không làm mô tơ quá tải.

Giải

$$N_2 = 5.0,745 = 3,725 \text{ kW.}$$

Từ công thức 5-9 ta có:

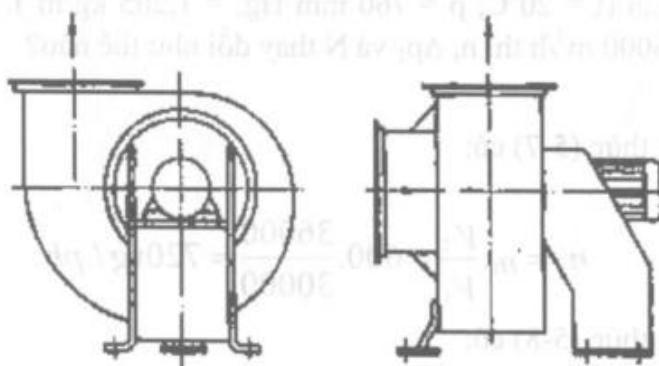
$$n_2 = \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot n_1 = \left( \frac{3,725}{2,1} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 615 = 744 \text{ vg/ph}$$

Lưu lượng tối đa có thể xác định theo công thức (5-7):

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{n_2}{n_1} = 10000 \cdot \frac{744}{615} = 12100 \text{ m}^3/h$$

Có thể tra lưu lượng theo  $n_2$  và  $N_2$  ở hình 5-33.

### 1.2. Quạt li tâm



Hình 5-34. Quạt ly tâm thông thường

Hình 5-34 giới thiệu hình ảnh một quạt li tâm thường gấp. Quạt gồm một vỏ hình xoắn ốc, bên trong có một bánh cánh quạt. Cửa hút nằm vuông góc với vỏ xoắn ốc và cửa đẩy tiếp tuyến với vỏ xoắn ốc. Quạt được truyền động nhờ một động cơ gắn trực tiếp lên trực bánh cánh quạt hoặc qua đai, ở cửa hút, không khí được tăng tốc nhờ bánh cánh quạt sau đó ở phần mở rộng của vỏ

xoắn ốc tốc độ không khí bị giảm xuống, động năng mà không khí nhận được ở bánh cánh quạt biến một phần thành thế năng.

Bảng 5-23 giới thiệu thông số kỹ thuật một số quạt ly tâm chế tạo tại Nga ký hiệu U4-70 bảng 5-23

Bảng 5-23

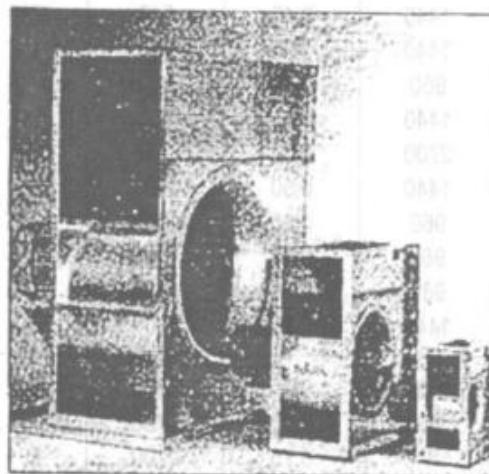
Thông số kỹ thuật một số quạt ly tâm chế tạo tại Nga ký hiệu U4-70  
(Ghi chú: 1 mm cột nước bằng 10 Pa)

Nº quạt	Tốc độ		Năng suất		Cột áp		Hiệu suất η %
	vg/s	vg/ph	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	Pa	mm H <sub>2</sub> O	
2 <sup>1/2</sup>	24	1440	0,15	540	218	22	75
	24	1440	0,25	900	167	17	75
	16	960	0,25	900	246	25	65
	24	1440	0,25	900	314	32	73
	45	2700	0,25	900	837	85	70
	24	1440	0,50	1800	167	17	60
	16	960	0,50	1800	236	24	78
	16	960	0,50	1800	373	38	65
	16	960	0,50	1800	373	38	65
	24	1440	0,50	1800	568	58	72
4	16	960	0,75	2700	177	28	72
	16	960	0,75	2700	373	38	73
	24	1440	0,75	2700	491	50	78
	16	960	1,00	3600	373	38	78
	16	960	1,00	3600	510	52	65
	16	960	1,50	5400	246	25	70
	16	960	1,50	5400	540	55	75
	24	1440	1,50	5400	1080	110	70
	12	720	2,00	7200	540	55	72
	16	960	2,00	7200	735	75	75
8	12	720	3,00	11000	785	80	60
	16	960	3,00	11000	981	100	72
	12	720	4,00	14500	442	45	76
	12	720	4,00	14500	835	85	72
	16	960	4,00	14500	981	100	72
	12	720	5,00	18000	294	30	60
	12	720	5,00	18000	785	80	75

Hình 5-35 giới thiệu hình ảnh một số quạt li tâm của liên doanh NOSKE – KAESER – SEAREFICO Bộ Thủy sản, Đại diện tại Hà Nội, Tầng 5 Khách sạn HORIZON Tel. 7365103. Hình 5-36 giới thiệu các đường đặc tính quạt trên trục tọa độ  $\Delta p$  và V.

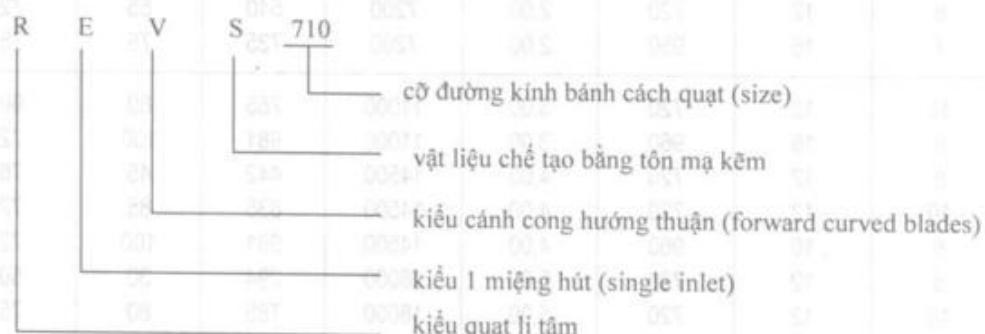
Tất cả các chi tiết chủ yếu của quạt được thiết kế và chế tạo theo dạng lắp sẵn để có thể thay đổi các thông số đặc tính của quạt. Ví dụ:

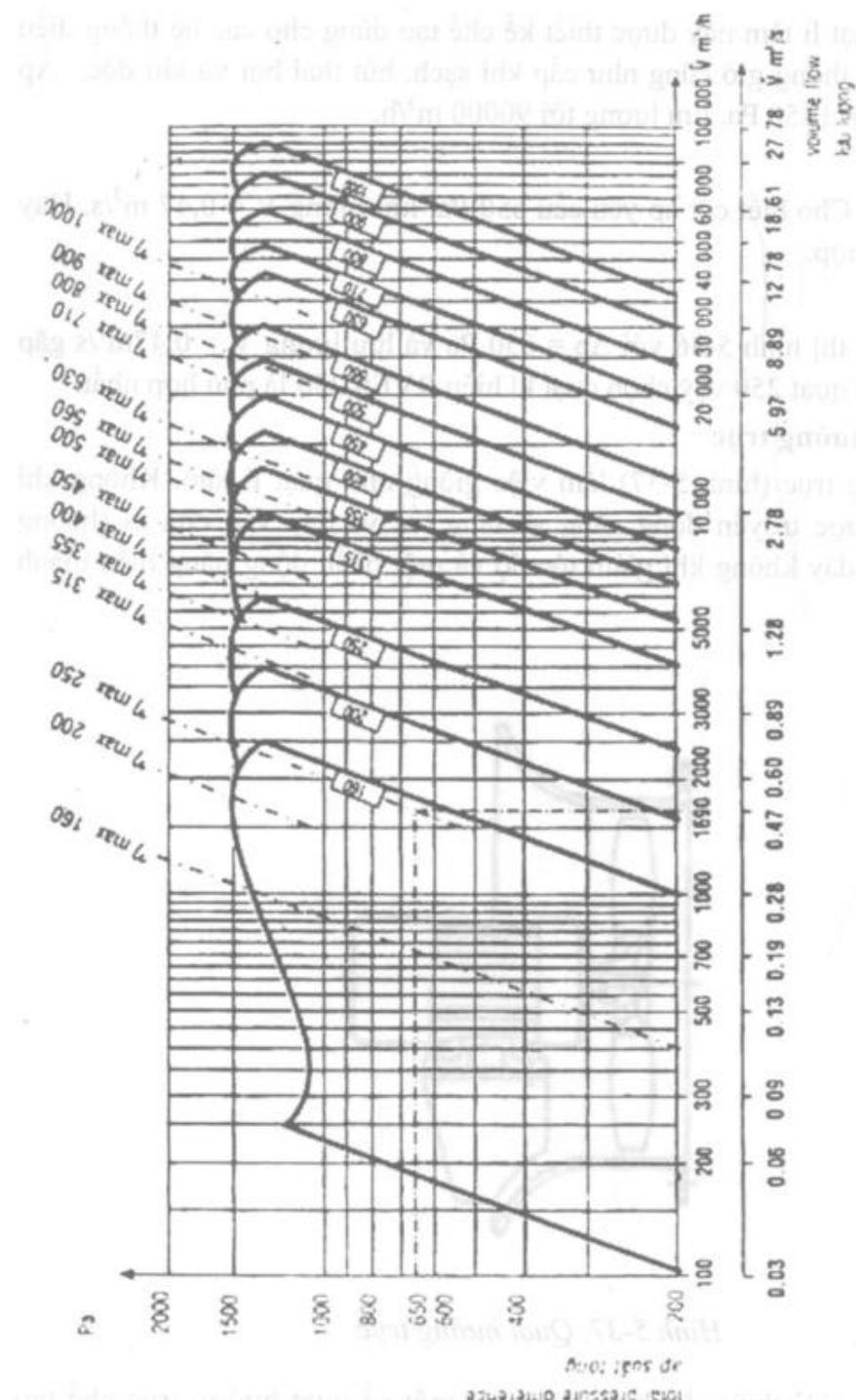
- Chuyển đổi được từ loại dẫn động trực tiếp sang loại dẫn động bằng đai và ngược lại.
- Trong một cỡ quạt có thể chuyển đổi được sang các cỡ miệng hút hoặc cỡ bánh cánh quạt khác nhau.



Hình 5-35. Hình ảnh của một loại quạt ly tâm  
của liên doanh CHLB Đức - Việt Nam

Kí hiệu của quạt có ý nghĩa như sau:





Hình 5-36. Các đường đặc tính quát lý tâm kí hiệu RVES của công ty liên doanh N0SKE - SEAREFICO  
Bô thủy sản và minh hoa cho thi du chon quat 5-11.

Các loại quạt li tâm này được thiết kế chế tạo dùng cho các hệ thống điều hòa không khí, thông gió cũng như cấp khí sạch, hút thải bụi và khí độc. Áp suất làm việc tới 1450 Pa, lưu lượng tới  $90000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### Ví dụ 5.11

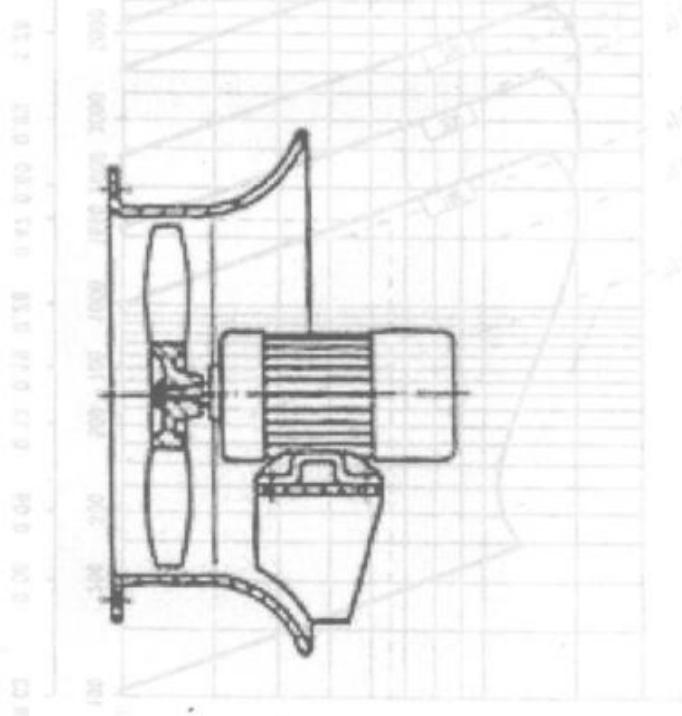
Chọn quạt. Cho biết cột áp yêu cầu 650 Pa, lưu lượng  $V = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hãy chọn quạt phù hợp.

Giải

Tra trên đồ thị hình 5-36 với  $\Delta p = 650 \text{ Pa}$  và lưu lượng  $V = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}$  gấp đường  $\eta_{\max}$  của quạt 250 vậy chọn quạt kí hiệu RVES 250 là phù hợp nhất.

### 1.3. Quạt hướng trục

Quạt hướng trục (hình 5-37) làm việc giống như quạt li tâm. Không khí vào cửa hút được truyền động năng và tăng tốc và đẩy vào cửa ra (buồng khuếch tán), ở đây không khí giảm tốc độ và một phần động năng biến thành thế năng.



Hình 5-37. Quạt hướng trục.

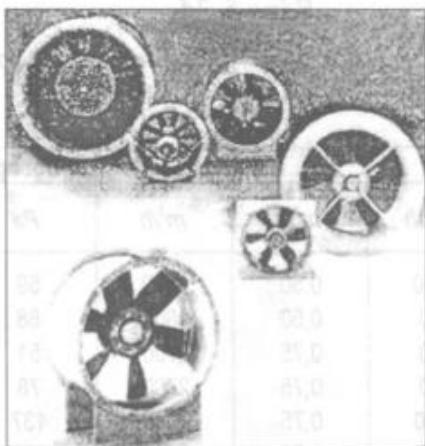
Bảng 5-24 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số quạt hướng trục chế tạo tại Nga.

Bảng 5-24

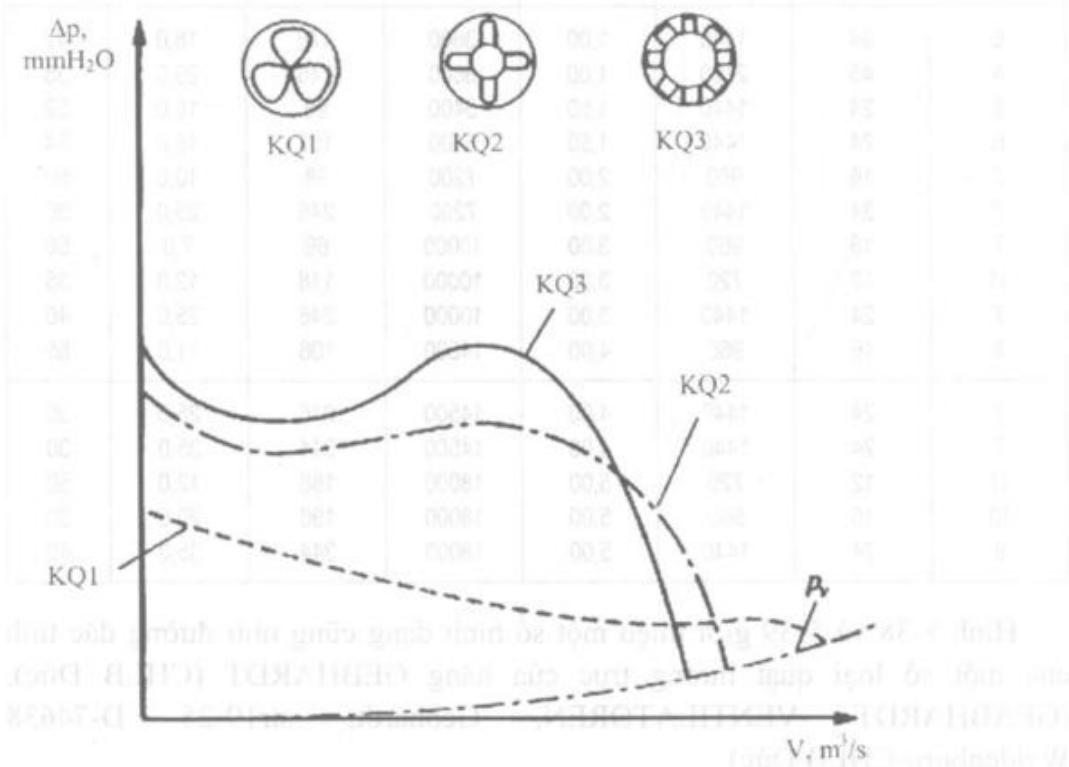
Đặc tính kỹ thuật của một số loại quạt hướng trục chế tạo tại Nga ký hiệu ML  
(ghi chú:  $1mm H_2O = 981 Pa$ )

Nº quạt MLI	Tốc độ		Năng suất		Cột áp		Hiệu suất $\eta$ , %
	vg/s	vg/ph	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	Pa	mm H <sub>2</sub> O	
4	24	1440	0,50	1800	59	6,0	37
6	16	960	0,50	1800	88	9,0	35
5	16	960	0,75	2700	51	5,2	45
6	16	960	0,75	2700	78	8,0	47
5	24	1440	0,75	2700	137	14,0	35
6	24	1440	0,75	2700	196	20,0	35
4	45	2700	0,75	2700	196	20,0	35
5	16	960	1,00	3600	35	3,6	5
6	16	960	1,00	3600	59	6,0	5
5	24	1440	1,00	3600	118	12,0	47
6	24	1440	1,00	3600	178	18,0	47
4	45	2700	1,00	3600	246	25,0	35
5	24	1440	1,50	5400	98	10,0	52
6	24	1440	1,50	5400	157	16,0	54
7	16	960	2,00	7200	98	10,0	50
7	24	1440	2,00	7200	246	25,0	30
7	16	960	3,00	10000	69	7,0	56
11	12	720	3,00	10000	118	12,0	35
7	24	1440	3,00	10000	246	25,0	40
8	16	960	4,00	14500	108	11,0	55
7	24	1440	4,00	14500	246	25,0	30
7	24	1440	4,00	14500	344	35,0	30
11	12	720	5,00	18000	188	12,0	50
10	16	960	5,00	18000	196	20,0	30
8	24	1440	5,00	18000	344	35,0	40

Hình 5-38 và 5-39 giới thiệu một số hình dạng cũng như đường đặc tính của một số loại quạt hướng trục của hãng GEBHARDT (CHLB Đức). (GEABHARDT VENTILATOREN, Gebhardt, str19-25 D-74638 Waldenburg-CHLB Đức).



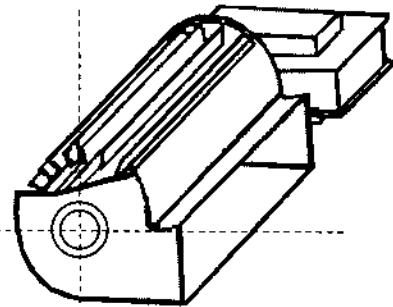
Hình 5-38. Hình dáng một số quạt hướng trục hãng GEBHARDT (CHLB Đức).



Bảng 5-39. Đặc tính kỹ thuật một số quạt hướng trục

## 1.4. Quạt ngang dòng (quạt lồng sóc)

Quạt ngang dòng (hình 5-40) chỉ sử dụng cho lưu lượng nhỏ, cột áp nhỏ, độ ồn thấp (ví dụ dàn bay hơi máy điều hòa 2 cục). Cửa vào và ra đều nằm trên vỏ quạt dọc theo chiều dài. Do bánh cánh quạt giống như lồng sóc nên gọi quạt lồng sóc và do dòng đi ngang qua bánh cánh quạt nên cũng gọi là quạt ngang dòng.



Hình 5-40.

Quạt ngang dòng.

## 2. Tính chọn bơm

### 2.1. Khái niệm chung

Trong hệ thống ĐHKK chủ yếu dùng bơm nước li tâm. Nhiệm vụ của bơm nước là tuần hoàn nước lạnh từ bình bay hơi đến các dàn trao đổi nhiệt FCU, AHU hoặc buồng phun rửa khí (bơm nước lạnh) hoặc tuần hoàn nước giải nhiệt (bơm nước giải nhiệt). Bơm li tâm còn dùng để thải nước ngưng trong một vài trường hợp.

Bơm nước sử dụng trong hệ thống điều hòa không khí thường là bơm li tâm, nhiệt độ làm việc từ 5°C đến 70°C:

- Nhiệt độ nước lạnh từ 5 ÷ 14°C
- Nhiệt độ nước nóng (sưởi ấm mùa đông) 50 ÷ 70°C
- Nhiệt độ nước giải nhiệt 25 ÷ 40°C.

Thân bơm nước thường được chế tạo bằng gang đúc, cánh quạt li tâm bằng gang xám hoặc đồng thau. Cửa hút thường vuông góc với bánh công tác và cửa đẩy tiếp tuyến với bánh công tác.

### 2.2. Đặc tính bơm

#### 2.2.1. Năng suất bơm

Năng suất bơm (volume flow rate) kí hiệu là  $V_b$  đơn vị là  $m^3/s$ ,  $l/s$  hoặc  $m^3/h$  là thể tích nước mà bơm thực hiện được trong một đơn vị thời gian. Khi thiết kế, năng suất của bơm được lựa chọn phải bằng lớn hơn năng suất tính toán.

Năng suất bơm nước giải nhiệt bình ngưng được xác định theo công thức:

$$V_b = \frac{Q_k}{\rho_w \cdot C_w \cdot (t_{w_2} - t_{w_1})}, m^3/s$$

Trong đó:

$Q_k$  - năng suất thải nhiệt của bình ngưng tụ, kW;

$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$  - mật độ của nước;

$C_w = 4,18 \text{ kJ/kgK}$  - nhiệt dung riêng của nước;

$t_{w1}, t_{w2}$  - nhiệt độ nước vào và ra khỏi bình ngưng,  $^{\circ}\text{C}$ .

Năng suất bơm nước lạnh của bình bay hơi được xác định theo công thức sau:

$$V_b = \frac{Q_0}{\rho_w \cdot C_w (t_{l_1} - t_{l_2})}, \text{m}^3/\text{s}$$

Trong đó:

$Q_0$  - năng suất lạnh của bình bay hơi, kW.

$t_{l_1}, t_{l_2}$  - nhiệt độ nước lạnh vào và ra khỏi bình bay hơi,  $^{\circ}\text{C}$ .

Thông thường số lượng bơm  $z_b$  được chọn theo số máy làm lạnh nước và tháp giải nhiệt. Ví dụ nếu hệ thống điều hòa trung tâm có 3 máy làm lạnh nước thì chọn 3 bơm nước lạnh, 3 bơm nước giải nhiệt và 3 tháp giải nhiệt. Khi số lượng bơm từ 3 trở lên có thể không cần bơm dự phòng, nhưng khi sử dụng bơm là 1 hoặc 2 thì nên chọn thêm 1 bơm dự phòng vì bơm là loại thiết bị cần thường xuyên bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế hơn so với các thiết bị khác.

### 2.2.2. Cột áp tĩnh

Cột áp tĩnh của bơm (static head) là áp suất tĩnh bằng mét cột nước ( $\text{mH}_2\text{O}$ ) trên tiết diện nằm ngang vuông góc với dòng chảy của nước tác động lên chất lỏng hoặc vỏ bao quanh, kí hiệu là  $H_s$ .

### 2.2.3. Cột áp động

Cột áp động của bơm (velocity head) kí hiệu là  $H_\omega$  là áp suất gây ra tương ứng với tốc độ của dòng chất lỏng, đơn vị là mét cột nước ( $\text{mH}_2\text{O}$ ). Cột áp động tính theo biểu thức:

Trong đó:

$$H_\omega = \frac{\omega_0^2}{2g}$$

$\omega_0$  - tốc độ của nước ở cửa xả của bơm, m/s.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  - gia tốc trọng trường.

## 2.2.4. Cột áp tổng

Cột áp tổng của bơm (total head) kí hiệu  $H_t$  là tổng của cột áp động và cột áp tĩnh, đơn vị mét cột nước (mH<sub>2</sub>O):

$$H_t = H_s + H_o$$

## 2.2.5. Hiệu cột áp tĩnh

Hiệu cột áp tĩnh (net static head) là hiệu của áp suất tĩnh đẩy và hút của bơm biểu diễn trên hình 5-41

$$\Delta H_s = H_d - H_h$$

trong đó:

$\Delta H_s$  - hiệu cột áp tĩnh, mH<sub>2</sub>O;

$H_d$  - cột áp tĩnh phía đẩy;

$H_h$  - cột áp tĩnh phía hút.

Khi mặt thoáng ở phía dưới bơm trị số  $H_h$  sẽ mang dấu âm. Tùy từng loại bơm  $H_h$  không được vượt quá giới hạn cho phép (xem hình 5.41)

## 2.2.6. Công suất động cơ bơm và hiệu suất bơm

Công suất động cơ bơm ký hiệu  $N_b$  là công suất đo trên trục bơm (kW) và hiệu suất bơm ký hiệu  $\eta_b$  (%) là tỉ số của công suất nước và công suất đo trên trục bơm. Quan hệ giữa  $N_b$  và  $\eta_b$ :

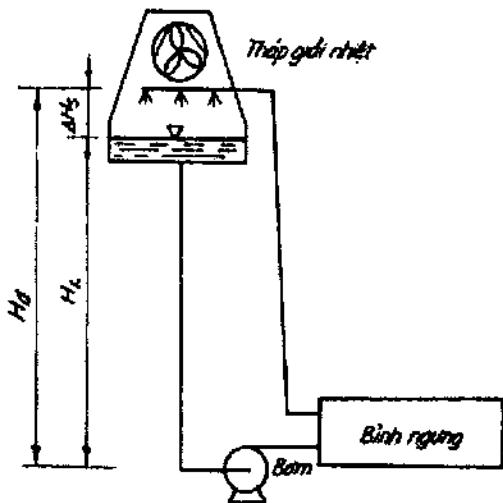
$$N_b = \frac{V_p \cdot H}{\eta_b}, \text{ W}$$

Trong đó:

$H$  - cột áp tổng của bơm tính bằng N/m<sup>2</sup>, (1 N/m<sup>2</sup> = 1,02.10<sup>-2</sup> mH<sub>2</sub>O);  $V_p$  - năng suất bơm, m<sup>3</sup>/s;  $\eta_b$  - hiệu suất bơm. Hiệu suất bơm phụ thuộc kiểu bơm và kích cỡ bơm. Với bơm cỡ nhỏ hiệu suất từ 0,6 ÷ 0,7. Với bơm lớn, hiệu suất có thể đạt 0,8 đến 0,9. Hiệu suất bơm còn phụ thuộc cả vào chế độ làm việc của bơm (xem đường đặc tính bơm và bảng).

## 2.2.7. Các đường đặc tính bơm

Các đường đặc tính bơm là đường năng suất - cột áp  $V_h - H_t$  cũng như đường năng suất - công suất động cơ  $V_b - N_b$ . Hình 5-42 giới thiệu các đường đặc tính bơm với các đường hiệu suất bơm.

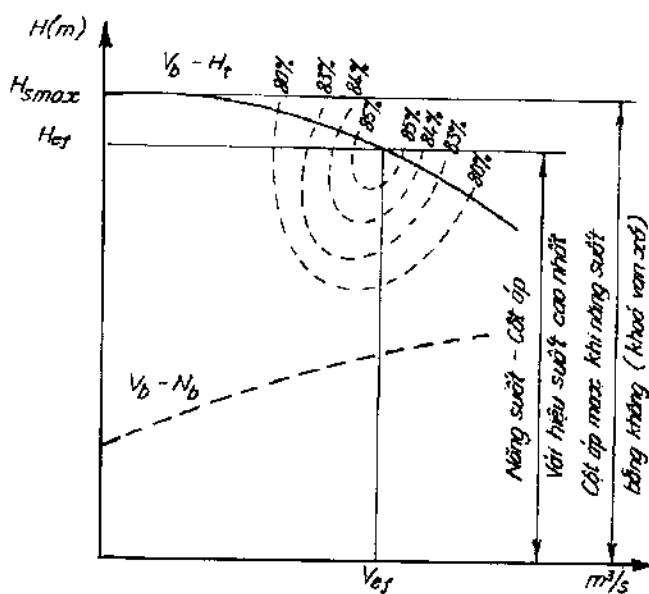


Hình 5-41. Hiệu cột áp tĩnh

Khi bơm đạt hiệu suất cao nhất là lúc bơm đạt lưu lượng và cột áp hiệu dụng  $V_{ef}$  và  $H_{ef}$  (effective flow rate và effective static head) như trên hình 5-43 biểu diễn. Khi đóng cửa van đầy, nghĩa là lưu lượng bằng không thì cột áp bơm đạt cực đại  $H_{smax}$ . Cột áp tĩnh cực đại thường lớn gấp 1,1 đến 1,2 lần cột áp hiệu dụng:  $H_{smax} = (1,1 \div 1,2) \cdot H_{ef}$

#### 2.2.8. Chiều cao hút của bơm

Trong trường hợp mặt thoảng của nước ở phía dưới của bom thì chiều cao hút là chiều cao giữa miệng hút của bom và mặt thoảng của nước được gọi là chiều cao hút của bom. Chiều cao hút của bom phụ thuộc vào kiểu bom, tần suất áp suất tổng trên toàn tuyến ống hút, nhiệt độ của nước và áp suất khí quyển. Chiều cao hút của bom nước li tâm thường nằm trong khoảng  $5 \div 8$  m.



Hình 5-42. Các đường đặc tính bơm và hiệu suất bơm

### 2.3. Tính chọn bơm

- Đầu tiên, bơm được chọn phải thỏa mãn yêu cầu về năng suất cũng như cột áp tổng và phải làm việc càng gần điểm có hiệu suất tối đa càng tốt suốt trong quá trình vận hành bơm.

- Thứ hai là tiếng ồn phải nhỏ, đặc biệt trong điều hòa không khí tiện nghi. Những tiếng ồn phát sinh trong hệ thống nước rất khó khắc phục và loại bỏ. Thông thường các loại bơm có tốc độ nhỏ nhất đồng thời là các bơm ít ồn

nhất và cũng là kinh tế nhất, tuy nhiên năng suất và cột áp yêu cầu phải được đảm bảo.

- Thứ ba, đối với một hệ thống cần luôn luôn thay đổi lưu lượng như hệ thống điều hòa không khí trung tâm nước nên sử dụng bơm có điều chỉnh năng suất qua điều chỉnh tốc độ như điều chỉnh bằng máy biến tần sẽ rất hiệu quả tuy giá dầu tư ban đầu tương đối cao. Nếu dùng bơm có tốc độ không đổi nên chọn loại bơm có đường đặc tính nằm ngang càng tốt.

#### *Tính cột áp bơm*

a) *Đối với hệ hở*, bơm đặt bên dưới mặt thoáng của nước (ví dụ hình 5-41 bơm đặt bên dưới tháp giải nhiệt):

$$H_{bơm} > H_{tính\ toàn} = H_d - H_b + h_d + h_h + h_f + h_{tb}$$

Trong đó:

$h_d$ ,  $h_h$ ,  $h_f$ ,  $h_{tb}$  lần lượt là tồn thắt áp suất trên đường ống dây, ống hút, của vòi phun và thiết bị. Các tồn thắt áp suất trên đường ống dây và hút tính theo mục trước, còn  $h_f$  có thể lấy gần đúng bằng  $0,5 \div 0,8$  bar  $\approx 5 \div 8$  mH<sub>2</sub>O; tồn thắt áp suất thiết bị ví dụ như tồn thắt áp suất qua bình ngưng.

b) *Đối với hệ hở, bơm đặt trên cao*, mặt thoáng của nước ở phía dưới bơm (ví dụ, bơm đặt trên tầng thượng trong khi tháp làm mát đặt dưới đất). Khi đó  $H_h$  mang dấu âm và cột áp sẽ bằng tổng chiều cao của đường ống hút và dây. Tuy nhiên chiều cao ống hút  $H_h$  và  $h_f$  không được vượt quá chiều cao hút cho phép của bơm lì tâm khoảng  $5 \div 8$  mH<sub>2</sub>O.

#### *c) Trường hợp hệ kín*

Ví dụ, hệ nước lạnh tuần hoàn kín sử dụng bình dân nở kín hoặc hở. Ở đây không tồn tại chiều cao hút và dây nên cột áp tính toán của bơm chỉ là tổng của tồn thắt áp suất trên đường ống hút, đường ống dây và tồn thắt áp suất trên thiết bị, ví dụ tồn thắt áp suất qua thiết bị bay hơi và các dàn FCU hoặc AHU. Đối với dàn FCU và AHU chỉ cần tính với dàn xa nhất và có tồn thắt áp suất lớn nhất. Như vậy:

$$H_b > H_{tính\ toàn} = h_d + h_h + h_{bh} + h_{FCU}, \text{ mH}_2\text{O}$$

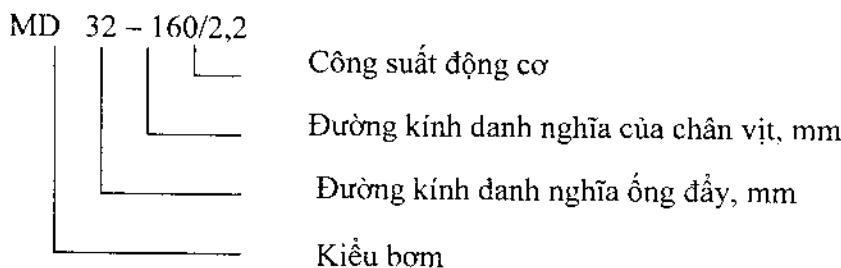
Trong đó  $h_d$ ,  $h_h$ ,  $h_{bh}$  và  $h_{FCU}$  lần lượt là tồn thắt áp suất trên đường ống dây, ống hút, trong bình bay hơi và trong dàn lạnh FCU hoặc AHU.

### **2.4. Một số loại bơm lì tâm**

Bảng 5-25 giới thiệu thông số kỹ thuật một số bơm do Nga chế tạo sử dụng cho nước và nước muối, năng suất từ 9,4 đến 83 m<sup>3</sup>/h, cột áp 12 đến 22 mH<sub>2</sub>O,

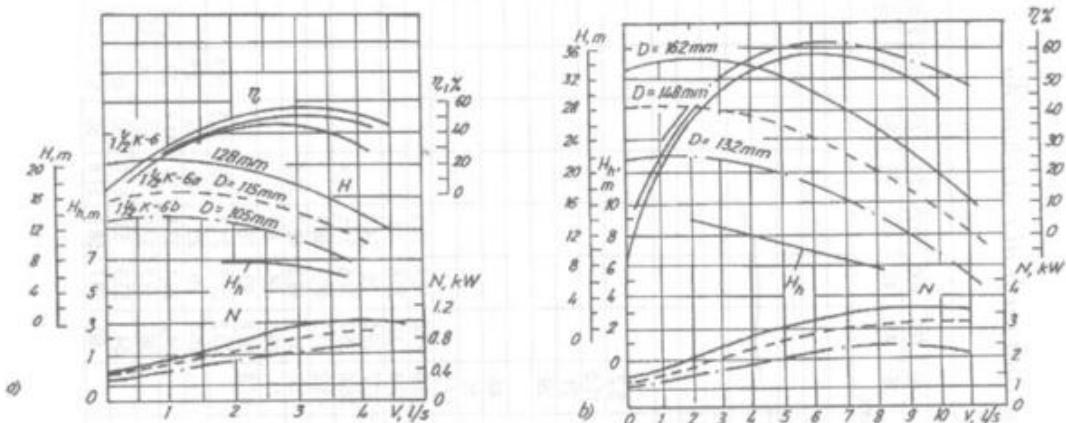
công suất động cơ từ 0,6 đến 6,3 kW. Hình 5-43 giới thiệu đặc tính của bơm 1,5 K-6 và 2K-6 tốc độ vòng quay 2900 vg/ph.

Bảng 5-25 và hình 5-44, 5-45 giới thiệu thông số và đặc tính kỹ thuật của bơm li tâm 1 cấp sử dụng trong hệ thống điều hòa không khí của hãng EBARA (Nhật) sản xuất tại Ý theo tiêu chuẩn Đức DIN24255 và châu Âu kí hiệu MD trực liền giữa động cơ và bơm thành một khối duy nhất. Hệ thống kí hiệu của bơm MD như sau:

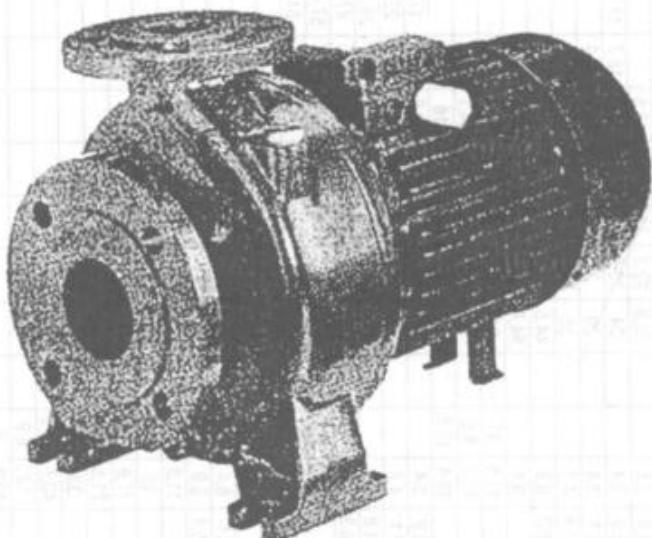


*Bảng 5-25  
Đặc tính kỹ thuật bơm ly tâm (chế tạo tại Nga)*

Kí hiệu bơm	Đường kính bánh công tác	Năng suất: $m^3/s$	Cột áp H, bar	Hiệu suất $\eta$ , %	Công suất trên trục N, kW
1,5 K-6b	105	9,4	1,16	49	0,6
1,5 K-6a	115	10,0	1,40	51	0,9
1,5 K-6	128	10,8	1,74	55	1,0
2K-9b	106	16,6	1,20	60	0,8
2K-9a	118	18,0	1,40	65	1,1
2K-9	128	19,8	1,80	68	1,6
2K-9b	132	19,8	2,00	65	1,8
2K-6a	148	22,4	2,50	66	2,5
2K-6	162	13,4	2,85	64	2,8
3K-9b	143	39,6	2,10	70	3,1
3K-9	168	50,4	2,8	72	5,5
4K-18a	136	65,0	1,85	78	4,5
4K-18	148	83,0	2,20	81	6,3



Hình 5-43. Các đường đặc tính của bơm li tâm (sự phụ thuộc của lưu lượng  $V$ , l/s vào cột áp  $H$ , m, cột áp hút cho phép  $H_p$ , m (cột áp chân không cho phép), công suất động cơ yêu cầu  $N$ , kW và hiệu suất  $\eta$ ): a) 1.5K-6; b) 2K-6  
ở tốc độ vòng quay 2900 vg/ph.



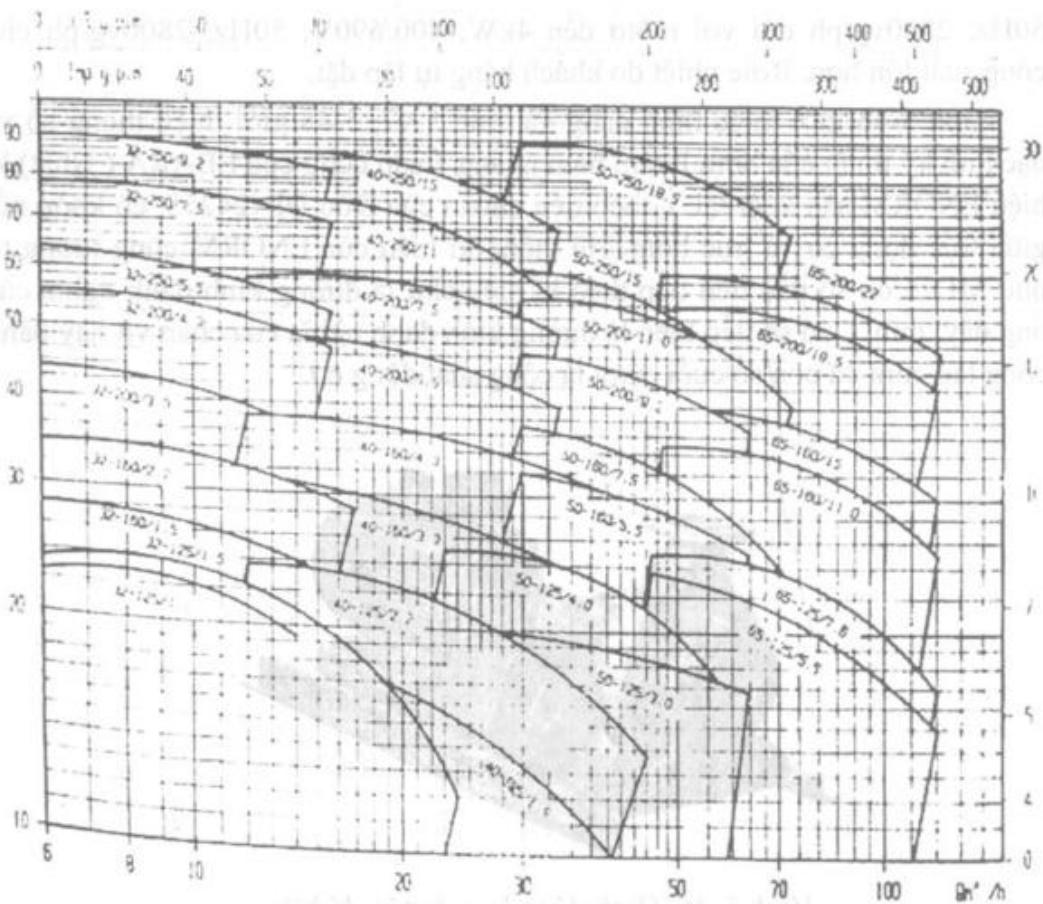
Hình 5-44. Hình dáng bơm ly tâm EBARA kí hiệu MD của Nhật.

Bảng 5-26

*Đặc tính kỹ thuật của các loại bơm ký hiệu MD của hãng EBARA (Nhật) sản xuất tại Italia và châu Âu  
theo tiêu chuẩn Đức DIN 24255*

Kiểu bơm	Đồng điện, A					V - năng suất																			
	Công suất kW	Công suất HP	V	V	l/min	50	100	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	1000	1200	1400	1700	2100		
						3	6	9	12	15	16,8	18	21	24	27	30	33	36	42	48	60	72	84	102	126
MD32-125/1,1	1,1	1,5	4,8	2,8		22,8	22,2	21,3	20,2	18,5															
MD32-125/1,5	1,5	2	5,9	3,4		24	23,5	22,5	21,5	20	18,7	17,9	15	12											
MD32-160/1,5	1,5	2	8,1	3,4		29	28	25,2	25,2	23	21,2														
MD32-160/2,2	2,2	9	11,8	4,7		35	34,5	32	32	30	28,5														
MD32-200/3,0	3	4	16,3	6,8		44,5	43,5	40	40	36	33,1														
MD32-200/4,0	4	5,5	9,4			54,8	54	51,3	48,5	46,5															
MD32-250/5,5	5,5	7,5	11,5	11		84	62,5	58	58	71,9	55														
MD32-250/7,5	7,5	10	15,3	8,8		77	78	74,2	74,2	84,1	69,1														
MD32-250/9,2	9,2	12,5	18,4	10,6		89,5	88	85,6	85,6	18	82,5														
MD40-125/1,5	1,5	2	5,9	3,4		18,5	18,5	23,6	17,4	17	16,2	15,2	14	12,2	10,5	8,2									
MD40-125/2,2	2,2	3	8,1	4,7		24	24	30,5	23,2	23	22	21	21	20	18,5	17	15,5								
MD40-160/3,0	3	4	11,8	6,8		31	31	37,3	30	29,3	28,7	27,5	26	24,8	23	21									
MD40-160/4,0	4	5,5	16,3	9,4		38	38	48	37	47	26	35	34	32,5	31	29									
MD40-160/5,5	5,5	7,5	11,5	6,6		49	49	58	47,5	57,4	48	44,5	43	41	38										
MD40-160/7,5	7,5	10	15,5	9		59	59	74	57,7	84	56,5	55,5	54	52,5	50,5	48									
MD40-160/11	11	15	23	13,3		75	75	85,2	73,1	70,8	67,8	65,5	82,5	58,1	55										
MD40-250/15	15	20	27	15,6		87,5	87,5	84,		82,5	80	77,5	74,9	72	67,5										
MD50-125/3,0	3	4	11	6,4																					
MD50-125/4,0	4	5,5	15,4	8,9																					
MD50-125/5,5	5,5	7,5	11,8	6,8																					
MD50-125/7,5	7,5	10	15	8,7																					
MD50-125/9,2	9,2	12,5	17,8	10,3																					
MD50-125/11	11	15	21,5	12,4																					
MD50-125/15	15	20	33	19																					
MD60-250/18,5	18,5	25	40,7	23,5																					
MD65-125/5,5	5,5	7,5	12	6,9																					
MD65-125/7,6	7,5	10	13,9	8																					
MD65-160/11	11	15	20,8	12																					
MD65-160/15	15	20	25,2	14,5																					
MD65-200/18,5	18,5	25	38,6	22,3																					
MD65-200/22	22	30	42,2	24,4																					

H = cối áp tổng tĩnh bằng mét cột nước



Hình 5-45. Các đường đặc tính của bơm EBARA kí hiệu MD.

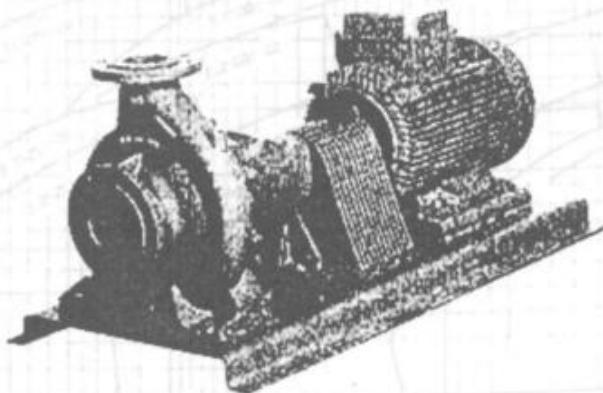
Thân bơm được làm bằng gang đúc G20, trục bơm bằng thép không gỉ AISI 303, đệm kín cơ khí tiêu chuẩn NBR/gốm/cacbon, bánh chân vịt (bánh công tác) bằng gang đúc G20, riêng bánh đường kính danh nghĩa 250 bằng đồng thau.

Ngoài ứng dụng cho các hệ thống điều hòa không khí bơm, MD còn có thể sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau nếu các ứng dụng đó không phải là các chất lỏng gây ăn mòn đặc biệt, ví dụ bơm nước sạch cho trang trại, công nghiệp hoặc dân dụng, cứu hỏa ... bơm tưới nước ở các trang trại, các cơ sở thể dục thể thao, bơm giếng, bơm các công trình tưới, rửa, ... áp suất thiết kế không vượt quá 10 bar và nhiệt độ nước hoặc chất lỏng không quá 90°C.

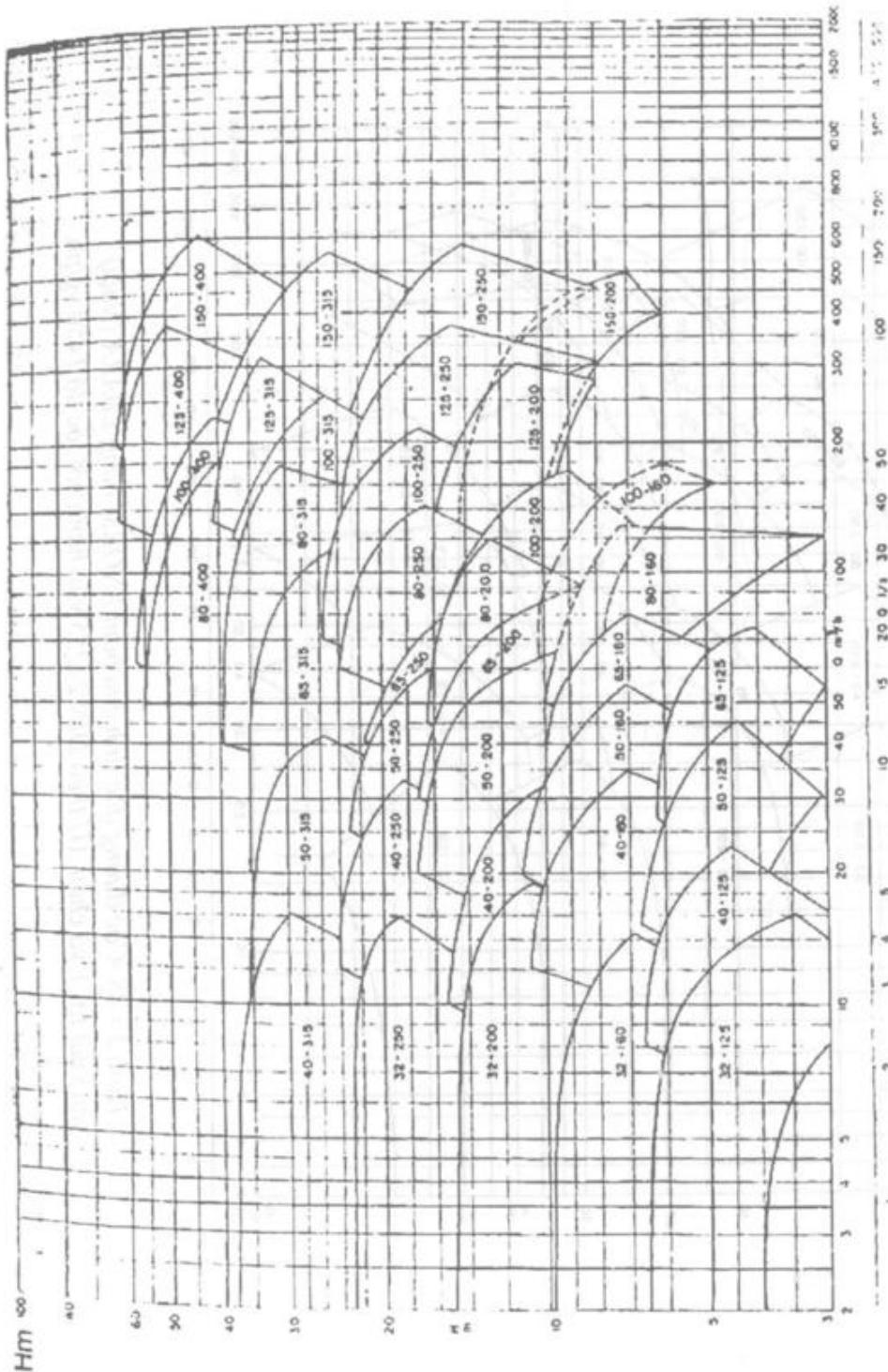
Motor bơm là loại hai cấp cực cảm ứng, có cánh và vỏ nhôm, cách điện loại F, bảo vệ quá tải IP 55, chế độ làm việc là liên tục. Điện ba pha 230/400V,

50Hz, 2800vg/ph đối với mô-tơ đến 4kW; 400/690V, 50Hz, 2800vg/ph cho công suất lớn hơn. Rõle nhiệt do khách hàng tư lắp đặt.

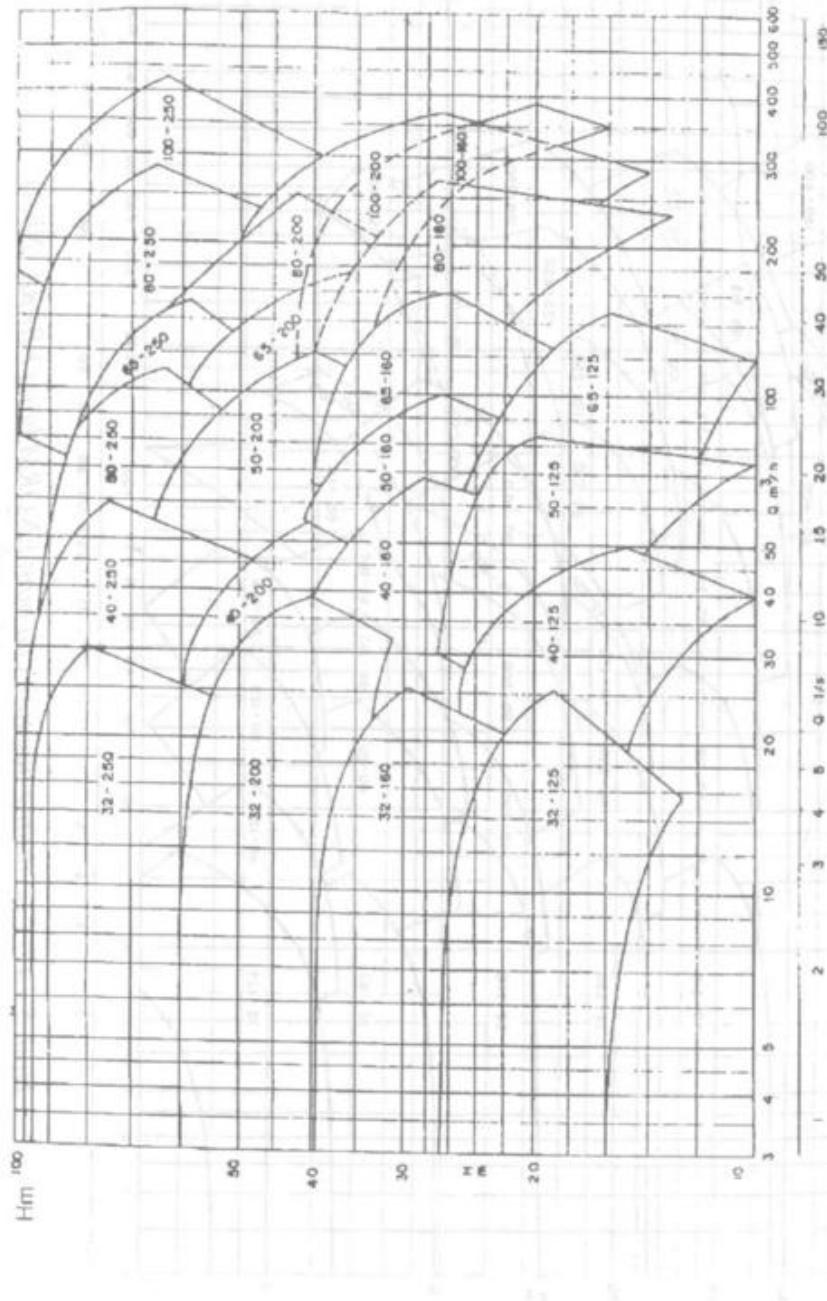
Hình 5-46 giới thiệu hình dáng và hình 5-47, 5-48 giới thiệu thông số và đặc tính kỹ thuật của bơm li tâm nằm ngang 1 cấp cũng của EBARA (Nhật) kí hiệu ENORM sản xuất tại Ý theo tiêu chuẩn của Đức DIN24255, có khớp nối giữa trục động cơ và trục bơm. Hệ thống kí hiệu của ENORM cũng tương tự như MD. Con số đầu tiên tiếp theo kí hiệu chữ là đường kính danh nghĩa của ống đẩy, mm. Con số tiếp theo là đường kính danh nghĩa của chân vịt hay bánh công tác, mm và con số cuối cùng là công suất động cơ.



Hình 5-46. Hình dáng bơm ly tâm kí hiệu ENORM của hãng EBARA (Nhật).

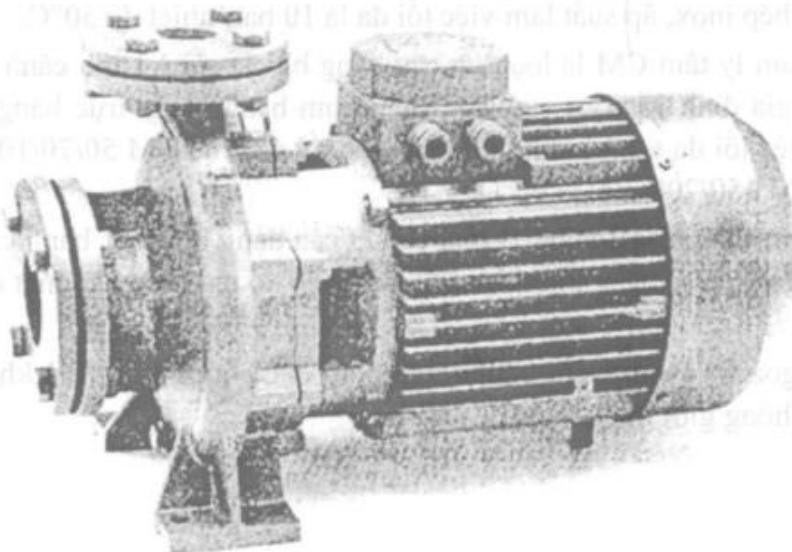


Hình 5 - 47. Các đường đặc tính của bơm ENORM hãng EBARA (Nhật)  
sản xuất tại Ý



Hình 5 - 48. Các đường đặc tính của bơm ENORM hãng EBARA (Nhật) sản xuất tại Ý và châu Âu theo DIN 24255 vận hành với tốc độ 1450 v/g/ph.

Các đặc tính kĩ thuật chủ yếu là: bơm li tâm nằm ngang một cấp, có khớp nối (chia làm 3 khối: động cơ, khớp nối, thân bơm). Đường kính chân vịt từ 32 – 150 mm, vòng quay tối đa 3000v/ph, điện 50Hz, bơm được các loại chất lỏng sạch, nhiệt độ tối đa 120°C, áp suất tối đa 10 bar, thân bơm bằng gang đúc GG – 25, bánh chân vịt bằng gang đúc GG – 25. Trục bằng thép không gi AISI 420, các ô đõ được bôi trơn bằng dầu bôi trơn.



Hình 5-49. Hình ảnh bơm Pentax kí hiệu CM 40 của Ý

Hình 5-49 giới thiệu hình ảnh bơm kí hiệu CM40 của Pentax (Ý).

Bảng 5-27 giới thiệu một số đặc tính kĩ thuật bơm Pentax kí hiệu CM40, CS, CR, CB, CM và MB.

Bơm CM40 có lưu lượng tương đối lớn, chế tạo theo DIN2455 dùng để vận chuyển nước hoặc chất lỏng sạch hoặc ít nhiễm bẩn. Không ăn mòn, không có các cặn bẩn rắn trong vòng tuần hoàn như hệ thống sưởi hoặc cung cấp nước. Bơm có thể lắp đặt theo mọi tư thế, kể cả trực quay lên trên. Thân bơm và cánh quạt bằng gang xám, trục bằng thép inox, đệm kín kiểu vòng trượt. Áp suất làm việc tối đa 10 bar, nhiệt độ nước tối đa 90°C.

Bơm li tâm CS hiệu suất cao phù hợp với cung cấp nước tưới có năng suất trung bình, áp suất làm việc tối đa 6 bar, nhiệt độ tối đa 90°C.

Bơm CR là bơm ly tâm có bánh cánh quạt hở đặc biệt sử dụng cho cung cấp nước tưới với năng suất lưu lượng tương đối lớn, cột áp thấp và trung bình. Bánh cánh quạt hở đặc biệt cho phép chất bẩn rắn kích thước đến 10mm đi qua bơm. Bơm CS và CR đều có thân bơm bằng gang xám, trục bơm bằng thép inox. Bơm CR có áp suất làm việc tối đa 6 bar và nhiệt độ nước tối đa 50°C.

Bơm li tâm CB là loại kết cấu dạng Block với 2 bánh cánh quạt dùng trong gia đình và công nghiệp, áp cao và hiệu suất cao. Thân bơm bằng gang, trục bằng thép inox, áp suất làm việc tối đa là 10 bar, nhiệt độ 50°C.

Bơm ly tâm CM là loại kết cấu dạng block với 1 bánh cánh quạt, sử dụng trong gia đình và công nghiệp. Thân bơm bằng gang, trục bằng inox, áp suất làm việc tối đa 6 bar, nhiệt độ làm việc tối đa của CM 50/70/100 là 50°C còn của CM 150/200/300 là 90°C.

Bơm li tâm MB cũng là loại có kết cấu dạng block, 1 bánh cánh quạt, thân bằng gang, trục bằng inox, áp suất làm việc tối đa 8 bar và nhiệt độ nước tối đa 50°C.

Ngoài ra Pentax còn nhiều loại bơm đặc chủng khác mà khuôn khổ cuốn sách không giới thiệu được.

Bảng 5.27

Thông số kỹ thuật của một số bom Pentax của Ý năng suất (l/ph), cột áp, (m), chiều cao hút 7m

a. Ký hiệu CM 40 (áp suất làm việc tối đa 10 bar, nhiệt độ nước tối đa 90°C)

Kiểu 3 pha	Công suất động cơ		Động làm việc A		Năng suất bom (l/ph)						Cột áp, mH <sub>2</sub> O					
	HP	kW	220V	380V	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
CM40-400	4,0	3,0	11	6,4	30	30	29,8	29,5	29	28,5	27,5	26	25	22,5	20	-
CM40-450	5,5	4,0	15	8,7	38	38	37,8	37,5	37	36	35	34	32,5	30,5	28	25
CM40-750	7,5	5,5	20	11,5	52	52	51,5	51	50	48,5	47	45	43	40	36	-
CM40-1000	10	7,5	26	15	32,5	62,5	62	61,5	60,5	59,5	58	56	54	50	46	40
CM40-1500	15	11	38	22,2	77	76,5	75,5	74,5	73	71,5	69	66,5	62,5	57,5	51	-
CM40-2000	20	15	52	30	93,5	93	92,5	91,5	90	88,5	87	84	80,5	76	70	62

b. Ký hiệu CS (áp suất làm việc tối đa 6 bar, nhiệt độ nước tối đa 90°C)

Kiểu 3 pha	Công suất động cơ		Động làm việc A			Năng suất bom, l/ph						Cột áp, mH <sub>2</sub> O					
	1 pha	3 pha	HP	kW	220V	380V	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	
220V-50Hz	220/380V-50Hz																
CS 75	CS1 75	0,8	0,59	4,5	2,6	1,5	10,8	10,3	9,9	9	6,5	-	-	-	-	-	
CS 100	CS1 100	1,0	0,74	5,5	3,8	2,2	12,8	12,4	12	11,2	9,1	5	-	-	-	-	
CS 150	CS1 150	1,5	1,1	8	5,2	3,0	13,5	13,3	13	12,7	11,7	10,4	9	7,4	5,8	-	
CS 200	CS1 200	2,2	1,65	10,5	7,0	4,0	14,3	14,1	13,9	13,6	12,6	11,4	10	8,5	6,8	5	

c. Ký hiệu CR (áp suất làm việc tối đa 6 bar, nhiệt độ nước tối đa 50°C)

Kiểu	Công suất động cơ		Động làm việc A			Năng suất bom, l/ph						Cột áp, mH <sub>2</sub> O			
	1 pha	3 pha	HP	kW	1 pha	3 pha	40	80	120	160	200	240	280		
220V-50Hz	220/380V-50Hz														
CS 75	CS1 75	0,8	0,59	4,5	2,6	1,5	14,5	13,5	12,5	11,3	9,5	7	-	-	-
CS 100	CS1 100	1,0	0,74	5,5	3,1	1,8	20	19,2	18,5	17,3	15,5	13,5	10,5	-	-

## Câu hỏi và bài tập

1. Thế nào là luồng không khí tự do? Hãy trình bày cấu trúc của luồng không khí tự do trong không gian điều hòa?
2. Hãy nêu các phương pháp tổ chức trao đổi không khí trong phòng?
3. Hãy trình bày cách phân loại, cấu tạo, nguyên lý làm việc của đường ống dẫn khí và các miệng thổi?
4. Hãy nêu các phương pháp tính toán đường ống dẫn khí?
5. Hãy nêu phương pháp tính toán đường ống dẫn nước?
6. Hãy nêu phương pháp tính chọn bơm?
7. Hãy nêu phương pháp tính chọn quạt?

# Chương 6

## CUNG CẤP NĂNG LƯỢNG VÀ ĐIỀU KHIỂN, ĐO LƯỜNG HỆ THỐNG ĐHKK

### Mục tiêu

- Hiểu được các sơ đồ cung cấp năng lượng nhiệt cho hệ thống ĐHKK.
  - Nắm được các khái niệm cơ bản về hệ thống điều khiển trong hệ thống ĐHKK.
  - Nắm được các sơ đồ, các kiểu điều khiển và các phương pháp điều khiển của hệ thống ĐHKK.
  - Hiểu được đặc điểm cấu tạo của các thiết bị đo lường dùng trong kĩ thuật ĐHKK.
- ### Nội dung tóm tắt
- Cung cấp nhiệt cho thiết bị sấy và cung cấp nguồn lạnh cho hệ thống ĐHKK.
  - Khái niệm về hệ thống điều khiển, các sơ đồ điều khiển, các kiểu điều khiển và các phương pháp điều khiển.
  - Dụng cụ đo lường dùng trong kĩ thuật ĐHKK.

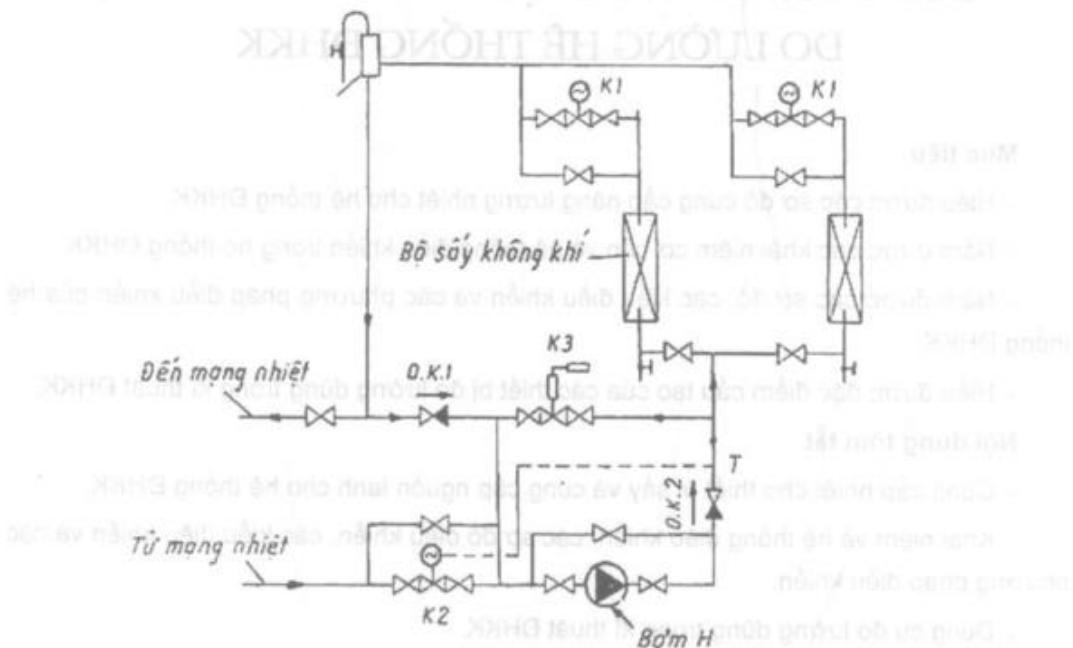
### I. CUNG CẤP NHIỆT CHO CÁC THIẾT BỊ SẤY CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

Như đã trình bày ở các chương trước, trong hệ thống xử lý không khí không thể thiếu vai trò của các bộ sấy không khí, đặc biệt là trong các sơ đồ ĐHKK về mùa đông. Tùy theo yêu cầu của hệ thống mà trong sơ đồ có thể có bộ sấy không khí cấp I, bộ sấy không khí cấp II hoặc cả hai bộ sấy không khí này. Hầu hết các bộ sấy không khí đều là loại thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bề mặt, thông thường không khí chuyển động bọc ngang bên ngoài chùm ống, còn các chất tải nhiệt chuyển động bên trong các ống.

Các chất mang nhiệt được sử dụng trong các hệ thống ĐHKK thường là nước nóng. Tuy nhiên trong một số trường hợp người ta còn sử dụng hơi nước

có áp suất thấp, nhưng khi đó phải thiết kế kênh dẫn đi vòng để có thể điều chỉnh được nhiệt độ không khí một cách dễ dàng hơn.

Các bộ sấy không khí cấp I thường được nối với mạng lưới nước nóng theo sơ đồ trực tiếp. Còn các bộ sấy không khí cấp II lại thường được cấp nhiệt bằng nước nóng có nhiệt độ không đổi. Việc duy trì nhiệt độ nước nóng không đổi được đảm bảo bởi một thiết bị trao đổi nhiệt kiểu hỗn hợp. Một ví dụ của sơ đồ cấp nước nóng, có nhiệt độ không đổi biểu diễn trên hình 6-1.



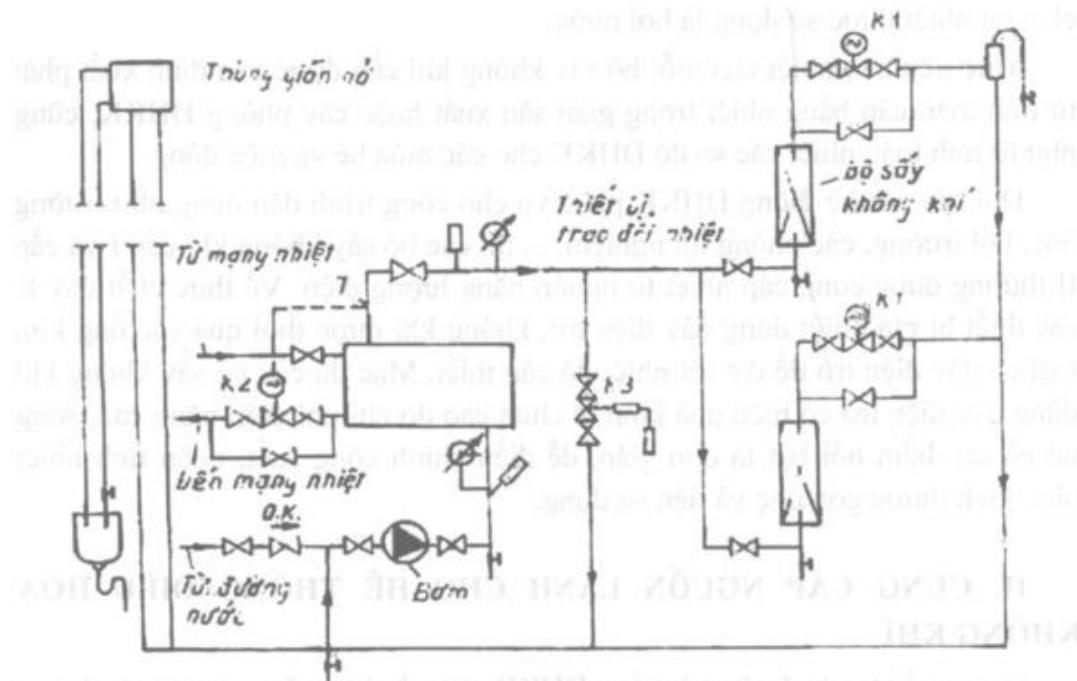
Hình 6-1. Sơ đồ cấp nước nóng có nhiệt độ không đổi.

Trong sơ đồ này, nước nóng từ mạng nhiệt đi qua van tự động K2 hỗn hợp với một phần nước tái tuần hoàn từ bộ sấy không khí trở về. Bơm H được sử dụng để duy trì vòng tuần hoàn của nước. Độ mở van K2 do bộ cảm biến T không chế, bộ cảm biến này lấy tín hiệu nhiệt độ nước trước bộ sấy không khí, khi nhiệt độ thay đổi nó sẽ tác động trở lại van K2 để thay đổi lưu lượng nước nóng cung cấp vào cho phù hợp. Sau khi truyền nhiệt cho bộ sấy không khí, nước sẽ được trả lại mang nhiệt một phần, còn một phần tái tuần hoàn về đầu hút của bơm H qua van chiều OK1.

Để điều chỉnh năng suất nhiệt của bộ sấy không khí, người ta sử dụng van K1. Nếu dòng hoàn toàn hay một phần van này, nước nóng sẽ thay đổi lưu

lượng qua đường đi vòng có bộ điều khiển K3 hoạt động trên nguyên tắc điều chỉnh phía trước.

Nhiệt độ tính toán của nước nóng được cung cấp cho bộ sấy không khí thường trong khoảng  $60 \div 70^{\circ}\text{C}$  và nhiệt độ nước sau khi trao đổi nhiệt với không khí trở về còn khoảng  $40 \div 50^{\circ}\text{C}$ .



Hình 6-2. Sơ đồ cung cấp nước nóng qua thiết bị trao đổi nhiệt.

Để duy trì nhiệt độ nước nóng không đổi người ta còn sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu nước - nước theo sơ đồ kín độc lập như hình 6-2.

Trong sơ đồ này, nước nóng từ mạng nhiệt được cung cấp vào bình trao đổi nhiệt qua van K2 để gia nhiệt cho nước thứ cấp đến nhiệt độ nhất định (khoảng  $60^{\circ}\text{C}$ ). Nước hồi của bình trao đổi nhiệt được đưa vào đường tái tuần hoàn của mạng nhiệt. Nước có nhiệt độ không đổi được đưa vào bộ sấy không khí do van K2 không chế, van này có bộ cảm biến T điều khiển.

Bơm tạo ra quá trình tuần hoàn của nước trong vòng kín: bơm – bình trao đổi nhiệt - bộ sấy không khí – bơm. Việc điều chỉnh năng suất nhiệt của bộ sấy không khí cũng do van K1 làm thay đổi lưu lượng nước qua đường vòng có bộ điều khiển K3 hoạt động theo nguyên tắc tác động phía sau.

Binh dân nở được bố trí phục vụ cho vòng tuần hoàn của nước thứ cấp. Nhiệt độ của nước hồi sau khi trao đổi nhiệt với không khí khoảng 40°C.

Sơ đồ dùng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu nước - nước đắt hơn so với sơ đồ hỗn hợp (hòa trộn), vì vậy chúng thường được sử dụng trong các trường hợp mà các điều kiện của chế độ thuỷ lực đòi hỏi phải có một sơ đồ độc lập và môi chất tải nhiệt được sử dụng là hơi nước.

Mức tiêu hao nhiệt của mỗi bộ sấy không khí cần được xác định xuất phát từ tính toán cân bằng nhiệt trong gian sán xuất hoặc các phòng ĐHKK, cũng như từ tính toán nhiệt các sơ đồ ĐHKK cho các mùa hè và mùa đông.

Đối với các hệ thống ĐHKK phục vụ cho công trình dân dụng như trường học, hội trường, các phòng thí nghiệm, ... thì các bộ sấy không khí cấp I và cấp II thường được cung cấp nhiệt từ nguồn năng lượng điện. Về thực chất đây là các thiết bị gia nhiệt dùng dây điện trở, không khí được thổi qua các ống kim loại có dây điện trở để đạt tới nhiệt độ cần thiết. Mặc dù các bộ sấy không khí dùng dây điện trở có hiệu quả kinh tế chưa cao do chi phí điện năng cao, song nó có ưu điểm nổi bật là đơn giản, dễ điều chỉnh công suất, quán tính nhiệt nhỏ, kích thước gọn nhẹ và tiện sử dụng.

## II. CUNG CẤP NGUỒN LẠNH CHO HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

Các nguồn tạo lạnh cho hệ thống ĐHKK chủ yếu bao gồm các máy lạnh nén hơi, máy lạnh hấp thụ. Người ta cũng sử dụng nước ngầm có nhiệt độ thấp, nước của các dòng sông suối ở các vùng núi, băng tuyết tự nhiên ở các xứ lạnh,... Ở những vùng có khí hậu khô nóng, người ta còn sử dụng biện pháp làm lạnh bằng bốc hơi trực tiếp, gián tiếp hay kết hợp trực tiếp và gián tiếp.

Các máy lạnh nén hơi dùng freon R12 hay R22 là các nguồn tạo lạnh phổ biến nhất. Nếu năng suất lạnh yêu cầu dưới 200Mcal/h người ta dùng máy nén piston, còn với nhu cầu lớn hơn phải dùng máy nén trực vít hoặc máy nén li tâm. Đôi khi do những yêu cầu đặc biệt về năng suất lạnh cũng như tính đa dạng của nhu cầu lạnh, ví dụ, để tạo lạnh cho phòng thể thao trượt băng chẳng hạn, người ta có thể sử dụng máy lạnh amoniac dùng chung cho sân băng và hệ thống ĐHKK. Tuy nhiên lúc đó việc điều chỉnh nước lạnh cho nhu cầu của hệ thống ĐHKK đòi hỏi phải có thiết bị trao đổi nhiệt trung gian (nước muối và nước).

Ở những nơi có nguồn nhiệt thứ cấp, người ta sử dụng các máy lạnh hấp thụ Liti bromua - Nước hoặc Amoniac - Nước để tận dụng nguồn hơi nước hay nước nóng có nhiệt độ không dưới  $75^{\circ}\text{C}$  cũng như khói thải của buồng lò có nhiệt độ trên  $100^{\circ}\text{C}$ . Các máy lạnh hấp thụ này có khả năng đáp ứng nhu cầu năng suất lạnh tới  $500\text{Mcal/h}$  và lớn hơn. Ưu điểm nổi bật là chi phí vận hành rất thấp do tận dụng được nguồn nhiệt thải rẻ tiền, hệ thống làm việc tương đối ổn định và tin cậy do hầu như không có các chi tiết chuyển động.

Máy lạnh ejecter cũng có thể được sử dụng, chủ yếu ở các xí nghiệp công nghiệp, do nó cần một lượng hơi và nước khá lớn để làm mát bình ngưng tụ.

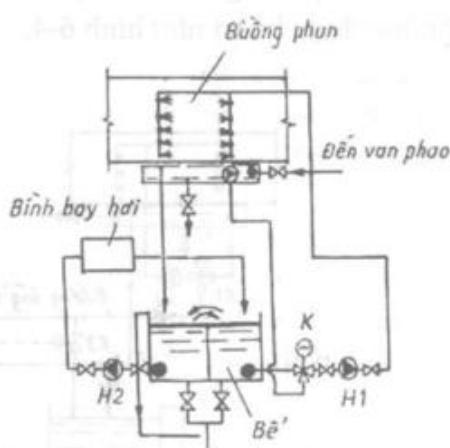
Nước ngầm và nước từ các nguồn tự nhiên khác được sử dụng cho các hệ thống DHKK nếu chúng có nhiệt độ đủ thấp và lưu lượng đủ lớn đảm bảo tạo ra thông số cần thiết của không khí. Trong một số trường hợp người ta sử dụng sơ đồ cung cấp lạnh kết hợp nước ngầm sau khi đã được sử dụng cho thiết bị DHKK lại được đưa đến bình ngưng của máy lạnh.

Băng tự nhiên được sử dụng cho các hệ thống DHKK công suất nhỏ có năng suất lạnh tính toán khoảng  $100$  đến  $150\text{Mcal/h}$  trong những trường hợp nguồn băng tự nhiên không ở quá xa hệ thống. Tuy nhiên các tiêu chuẩn vệ sinh không cho phép không khí cần xử lý được tiếp xúc trực tiếp với băng, vì vậy cần có thiết bị phụ để dùng băng làm lạnh nước trước khi sử dụng cho hệ thống DHKK.

Việc làm lạnh băng bốc hơi trực tiếp, gián tiếp hoặc kết hợp có thể sử dụng trong mọi trường hợp nếu các phương pháp này thỏa mãn được những yêu cầu về thông số của không khí trong hệ thống.

Chất tái lạnh dùng trong hầu hết các trường hợp là nước. Khi cần làm lạnh không khí đến nhiệt độ rất thấp, có thể sử dụng dung dịch muối  $\text{NaCl}$  hoặc  $\text{CaCl}_2$  làm chất tái lạnh.

Trong các hệ thống DHKK trung tâm công suất nhỏ dùng thiết bị làm lạnh không khí kiểu bè mặt trực tiếp băng hơi freon. Khi đó người ta dùng chính bình



Hình 6-3. Sơ đồ cung cấp nước lạnh của hệ thống DHKK kiểu trung tâm có buồng phun.

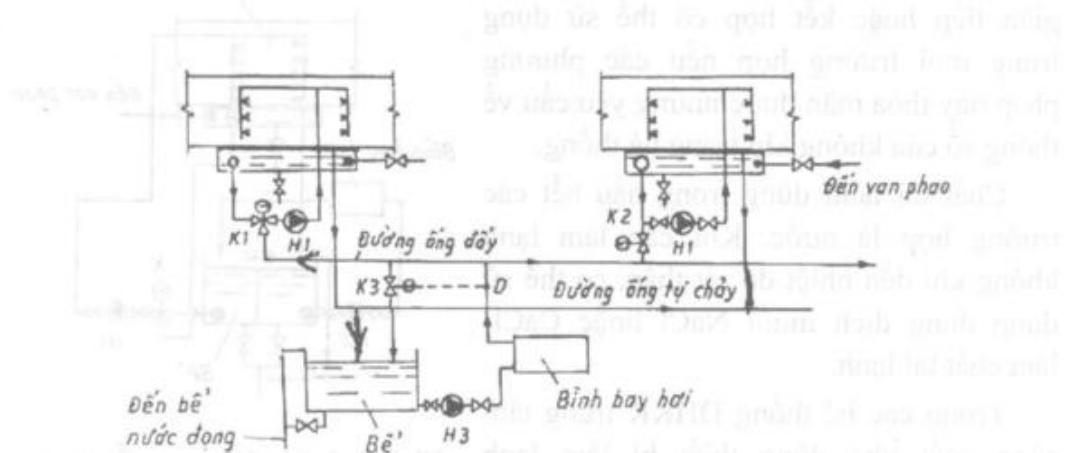
bay hơi của thiết bị làm lạnh không khí kiểu bể mặt trực tiếp. Lượng freon trong thiết bị lạnh không nên vượt quá  $0,5\text{kg}$  cho  $1\text{m}^3$  thể tích của gian máy nhỏ nhất trong số các gian máy cần DHKK.

Trên hình 6-3 biểu diễn sơ đồ cung cấp lạnh cho một hệ thống DHKK trung tâm có buồng phun và đặt gần trạm lạnh.

Vách ngăn trong bể nước lạnh nhằm đảm bảo khả năng tràn nước qua lại giữa hai ngăn. Bể được lắp đặt thấp hơn bể nước hồi của buồng phun một khoảng đủ đảm bảo nước hồi có thể tự chảy về bể nước lạnh theo một đường ống dẫn. Bơm H1 đặt thấp hơn mức nước thấp trong bể và được nối với bể nước hồi và bể nước lạnh. Van hỗn hợp ba ngả K sẽ điều chỉnh nhiệt độ nước do bơm H1 cung cấp cho buồng phun bằng cách thay đổi tỉ lệ hòa trộn giữa hai lượng nước: nước hồi từ bể hồi của buồng phun và nước lạnh từ bể nước lạnh. Bơm H2 cũng đặt thấp hơn mức nước trong bể nước lạnh sẽ bơm nước qua bình bay hơi của trạm lạnh và đưa trở về ngăn nước lạnh trong bể. Tùy theo năng suất lạnh của các bơm H1 và H2 và vị trí của van hỗn hợp ba ngả K mà nước trong hai ngăn của bể có thể tràn qua lại nhau.

Lượng nước bổ sung cần được xác định dựa vào tính toán lượng nước bị bốc hơi ở chế độ làm việc mùa đông và được lấy tăng thêm 10 – 20% để bù vào lượng nước rò rỉ qua thiết bị chặn nước của buồng phun.

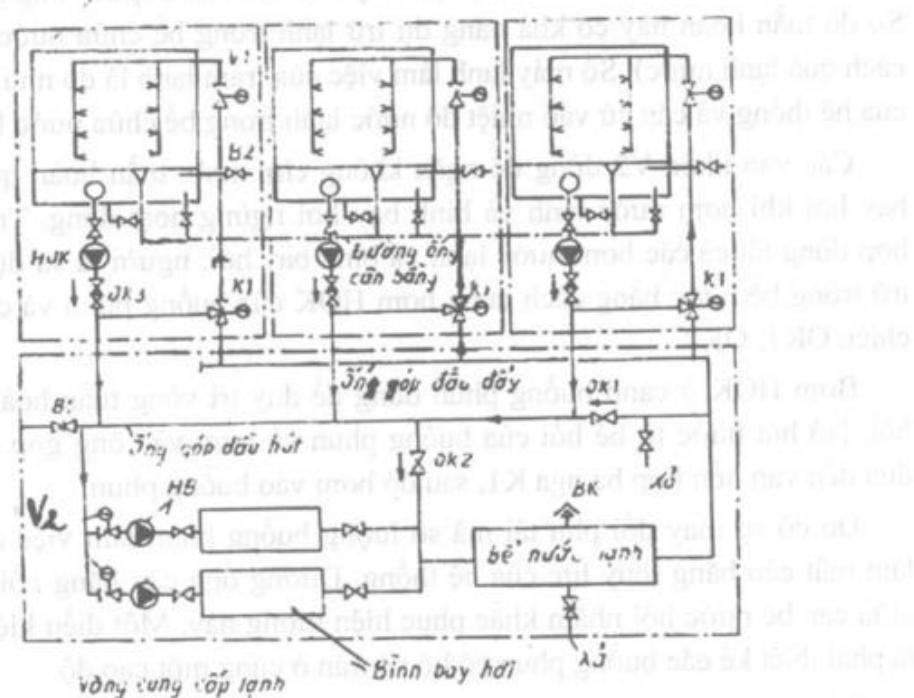
Nếu hệ thống DHKK đặt khá xa trạm lạnh thì sơ đồ cung cấp nước lạnh thường được bố trí như hình 6-4.



Hình 6-4. Sơ đồ cung cấp nước lạnh cho hệ thống DHKK ở xa trạm lạnh

Bè nước lạnh của trạm lạnh sẽ được thiết kế ở độ cao đảm bảo cho nước hồi có thể tự chảy về bè nước lạnh được. Bơm H3 có nhiệm vụ bơm nước từ bè nước lạnh qua dàn bay hơi kín của trạm lạnh rồi đưa đến đường hút của bơm H1 qua van ba ngả K1 hoặc van chặn K2, sau đó nước lạnh được bơm H1 bơm vào buồng phun. Để đảm bảo lưu lượng nước qua dàn bay hơi không thay đổi, người ta sử dụng bộ điều chỉnh áp suất K3 tái tuần hoàn một phần nước quay về bè nước lạnh trong trường hợp bơm của buồng phun H1 giảm lưu lượng nước lạnh cần cung cấp, điều đó tránh được hiện tượng đóng băng dàn bay hơi do lưu lượng nước bị giảm nhiều.

Dường ống tự chảy từ bể nước hồi của buồng phun về bể nước lạnh cần tính toán để đảm bảo thỏa mãn lưu lượng yêu cầu tương ứng với năng suất lạnh của bơm tuần hoàn của buồng phun H1. Khi dừng bơm, các cơ cấu thửa hành của van K1, K2 sẽ đóng các van này lại mà không phụ thuộc vào tín hiệu của bộ cảm biến nhiệt độ không khí của hệ thống điều chỉnh tự động.



Hình 6-5. Sơ đồ cung cấp lạnh của buồng phun.

Trong thực tế, người ta cũng có thể sử dụng sơ đồ cung cấp lạnh như hình 6-5.

Sơ đồ này cho phép đặt các buồng phun, bể nước lạnh và bơm ở cùng cao độ và bao gồm một số vòng tuần hoàn: vòng tuần hoàn của nước lạnh gồm có các bình bay hơi của trạm lạnh, bơm của bình bay hơi HB, bể nước lạnh kín và các đường ống góp đầu hút và đầu đẩy, các van một chiều OK1 OK2: vòng tuần hoàn thứ 2 gồm có buồng phun, bơm tuần hoàn HOK, van hỗn hợp ba ngả K1 và đường ống dẫn. Các van V1 đóng mở bằng điện lắp trong vòng tuần hoàn này để cách ly các buồng phun không làm việc, các van một chiều OK3 dùng để bảo vệ bơm của buồng phun.

Việc bổ sung nước cho hệ thống thực hiện qua van B1 và van phao B2 đặt trong bể nước hồi của buồng phun. Các bể nước hồi lại được nối liên thông với nhau bằng các đường ống cân bằng có van cách ly. Còn trong bể nước lạnh người ta lắp đặt van xả khí BK và van an toàn.

Sự tuần hoàn của nước trong vòng tuần hoàn nước lạnh do bơm của bình bay hơi tạo ra theo hành trình là: dàn bay hơi - bể nước lạnh - ống góp đầu hút. Sơ đồ tuần hoàn này có khả năng dự trữ lạnh trong bể chứa nước lạnh (bằng cách quá lạnh nước). Số máy lạnh làm việc của trạm lạnh là do nhu cầu về lạnh của hệ thống và căn cứ vào nhiệt độ nước lạnh trong bể chứa nước lạnh.

Các van khóa V2 dùng để ngăn không cho nước tuần hoàn qua các bình bay hơi khi bơm nước lạnh và bình bay hơi ngừng hoạt động. Trong trường hợp dùng tất cả các bơm nước lạnh và bình bay hơi, người ta sử dụng lạnh dự trữ trong bể nước bằng cách dùng bơm HOK của buồng phun và các van một chiều OK1, OK2.

Bơm HOK ở cạnh buồng phun dùng để duy trì vòng tuần hoàn của nước hồi. Nó hút nước từ bể hồi của buồng phun và bơm vào ống góp đầu hút rồi đưa đến van hỗn hợp ba ngả K1, sau đó bơm vào buồng phun.

Do có sự thay đổi phụ tải mà số lượng buồng phun làm việc có thay đổi làm mất cân bằng thủy lực của hệ thống. Đường ống cân bằng nối liên thông giữa các bể nước hồi nhằm khắc phục hiện tượng này. Một điều kiện cần thiết là phải thiết kế các buồng phun có bộ xả tràn ở cùng một cao độ.

Bể nước lạnh kín phải được tính toán ở chế độ áp suất tổng do bơm buồng phun HOK và bơm nước lạnh tạo ra.

### III. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

#### 1. Mục đích của tự động điều khiển

Chúng ta điều biết ở hệ thống điều hòa không khí (HVAC – Heating, Ventilating, Air Conditioning) tầm quan trọng của hệ thống tự động điều khiển có thể ví dụ như bộ não và hệ dây thần kinh của con người mà thiếu nó cơ thể con người không thể hoạt động được. Bởi vậy, tự động điều khiển của hệ thống điều hòa không khí cần phải được thiết kế, lắp đặt và hoạt động tốt. Nếu không có nó hệ điều hòa không khí sẽ không thể tạo ra được điều kiện tiện nghi thoải mái cho con người và công nghệ sản xuất. Tuy nhiên, có thể thấy rằng phần khó hiểu nhất trong hệ thống điều hòa không khí đối với phần lớn chúng ta lại chính là vấn đề tự động điều khiển. Bởi vì thực sự các hệ thống tự động điều khiển hiện đại thường là khá phức tạp, nếu chúng ta đi ngay vào các sơ đồ điều khiển cụ thể sẽ dẫn ta tới sự khó hiểu. Muốn vậy, trước tiên ta cần tìm hiểu những nguyên lý cơ bản của tự động điều khiển và người ta đã áp dụng chúng ra sao trong thực tế.

Tự động điều khiển trong hệ thống điều hòa không khí HVAC có 4 mục đích như sau.

##### 1.1. Duy trì điều kiện thiết kế

Ở đây tự động điều khiển phải duy trì điều kiện không khí (nhiệt độ, độ ẩm, ...) của không gian đã thiết kế. Bởi vì khi thiết kế hệ thống điều hòa không khí người ta đã tính công suất nhiệt (làm lạnh hoặc sưởi) ở điều kiện đã chọn, khi vận hành nếu điều kiện này thực tế thay đổi sẽ dẫn tới tải nhiệt thực có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn công suất nhiệt thiết kế. Lúc này tự động điều khiển cần phải điều chỉnh công suất nhiệt (lạnh hoặc sưởi) cung cấp cho hệ thống để có thể đáp ứng được sự thay đổi của tải nhiệt thực đó. Đó là mục đích và nhiệm vụ đầu tiên của tự động điều khiển.

##### 1.2. Giảm lao động chân tay của con người

Tự động điều khiển sẽ làm giảm cường độ lao động chân tay của con người khi vận hành hệ thống điều hòa không khí. Điều này có nghĩa là giảm giá thành và sự sai sót có thể xảy ra khi con người phải vận hành bằng tay.

##### 1.3. Giảm tiêu phí năng lượng và giảm giá thành

Do có tự động điều khiển mà chúng ta có thể vận hành hệ thống điều hòa không khí một cách hợp lý nhất, từ đó dẫn tới tiết kiệm năng lượng cung cấp

và giảm giá thành. Ví dụ, về mùa hè, nhờ tự động điều khiển mà ta có thể tự động đưa lượng không khí ngoài trời vào không gian điều hòa nhiều hơn (khi trời mát, không khí có nhiệt độ và độ ẩm nhô) lượng không khí tối thiểu (do yêu cầu thông gió), từ đó ta đã giảm bớt được năng lượng (năng suất lạnh) cung cấp.

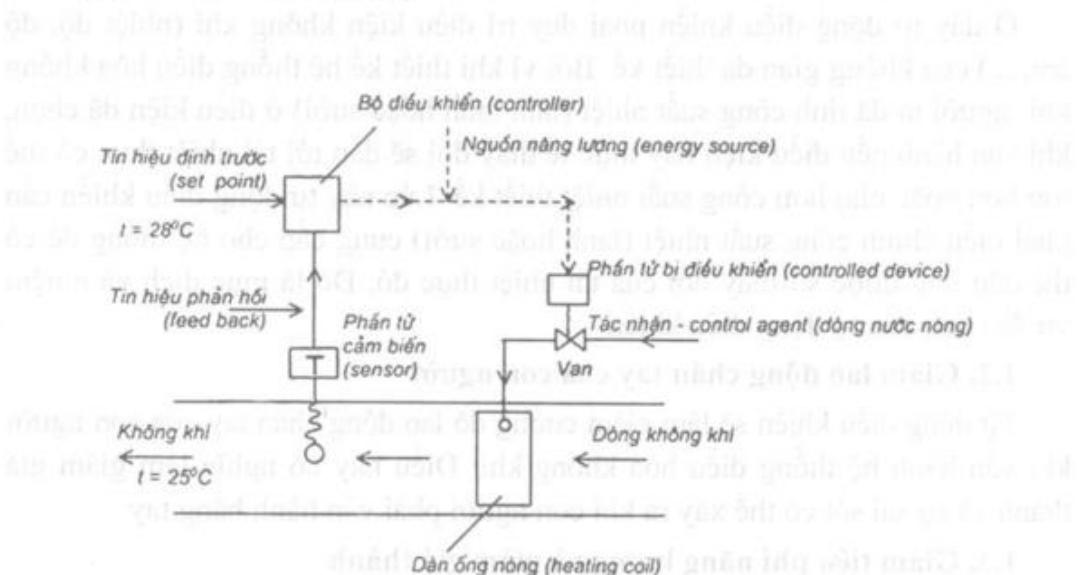
Tự động điều khiển tạo ra 3 nhiệm vụ nói trên (duy trì điều kiện không khí của không gian điều hòa, giảm lao động chân tay, tiết kiệm năng lượng) gọi là tự động điều khiển năng lượng vận hành (operating controls). Thông thường ta gặp hệ tự động điều khiển vận hành này.

#### 1.4. Giữ cho hệ thống hoạt động an toàn

Tự động điều khiển giữ cho hệ thống hoạt động ở trạng thái an toàn, ngăn cản những hỏng hóc và sự thiệt hại tới con người. Tự động điều khiển này gọi là điều khiển an toàn. Đây là những giới hạn hoạt động của thiết bị ở những giá trị giới hạn các đại lượng như nhiệt độ, áp suất ... của thiết bị.

#### 2. Các bộ phận cơ bản của hệ tự động điều khiển

Tất cả các hệ tự động điều khiển (hay điều chỉnh) dù là lớn, nhỏ, đơn giản hay phức tạp, điều khiển bằng khí nén hay điện, nhìn chung đều bao gồm những phần tử cơ bản sau đây.



Hình 6-6. Các phần tử của hệ điều khiển.

## **2.1. Biến cần điều khiển (controlled variable)**

Đây là đại lượng mà ta cần điều chỉnh như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm ... Ở hình 6-3, biến cần điều chỉnh là nhiệt độ của dòng không khí khi qua dàn ống nước nóng.

## **2.2. Phần tử cảm biến (sensor)**

Đây là phần tử cảm nhận (đo) sự thay đổi của đại lượng cần điều chỉnh như nhiệt độ của không khí (gọi là cảm biến nhiệt độ, ký hiệu T).

## **2.3. Bộ điều khiển (controller)**

Đây là thiết bị (như thermostats - bộ điều khiển nhiệt độ, ...) nhận tín hiệu của phần tử cảm biến, so sánh với tín hiệu đưa vào đặt trước (input signal – set point) rồi tạo ra và truyền tín hiệu đó tác dụng tới phần tử bị điều khiển (van nước nóng ...). Bộ điều khiển ở hình 6-6 là bộ điều khiển nhiệt độ (thermostats). Một mặt nó nhận tín hiệu nhiệt độ của phòng không khí sau dàn ống (ví dụ ở đây là  $25^{\circ}\text{C}$ ), mặt khác nhận tín hiệu nhiệt độ đưa vào định trước (ví dụ ở đây là  $28^{\circ}\text{C}$ ), so sánh hai giá trị nhiệt độ này, nếu sai lệch quá mức định trước của bộ điều khiển (ví dụ ở đây là  $\Delta t = 28 - 25 = 3^{\circ}\text{C}$ ), bộ điều khiển sẽ tạo ra tín hiệu và được truyền đi (nhờ nguồn năng lượng, ví dụ dòng khí nén), tác dụng vào van để mở van ra cho dòng nước nóng đi vào dàn ống.

## **2.4. Nguồn năng lượng (source of energy)**

Nguồn năng lượng là năng lượng cần cung cấp (khí nén, điện) cho bộ điều khiển để nó truyền tín hiệu tác dụng tới phần tử bị điều khiển là van ...

## **2.5. Phần tử bị điều khiển (controlled device)**

Phần tử bị điều khiển (van, cửa gió ...) là thiết bị sau khi nhận sự tác động của bộ điều khiển sẽ điều chỉnh, ví dụ lưu lượng nước nóng ... của tác nhân điều khiển (nước nóng ...).

## **2.6. Tác nhân điều khiển (control agent)**

Đây có thể là dòng nước (nóng, lạnh) dòng không khí ... chảy qua phần tử bị điều khiển như van, cửa gió để tới dàn ống ...

## **2.7. Thiết bị thực hiện công nghệ (process plant)**

Đây là thiết bị của hệ thống điều hòa không khí cần thiết (dàn ống trao đổi nhiệt, ...) để thực hiện quá trình thay đổi, ví dụ lưu lượng của tác nhân điều khiển (nước nóng ...) tới biến điều khiển (nhiệt độ không khí) và phần tử cảm biến.

Tóm lại như hình 6-3 đã mô tả, ta thấy để điều khiển nhiệt độ của dòng không khí sau khi qua dàn ống nước nóng ở giá trị định trước, ví dụ  $28^{\circ}\text{C}$ , đầu tiên phần tử cảm biến nhiệt độ sẽ đo nhiệt độ của dòng không khí, ví dụ  $25^{\circ}\text{C}$  và truyền về bộ điều khiển. Bộ điều khiển sẽ so sánh giá trị nhiệt độ này ( $25^{\circ}\text{C}$ ) với giá trị định trước ( $28^{\circ}\text{C}$ ), nếu sai số (ở đây là  $28 - 25 = 3^{\circ}\text{C}$ ) vượt quá mức định trước ở bộ điều khiển, bộ điều khiển sẽ phát tín hiệu tác dụng tới van (bằng năng lượng ví dụ của dòng khí nén) để mở van và nước nóng đi vào dàn ống đốt nóng không khí lên. Dòng không khí nóng này lại được phần tử cảm biến đo nhiệt độ và quá trình được lặp lại.

## IV. SƠ ĐỒ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

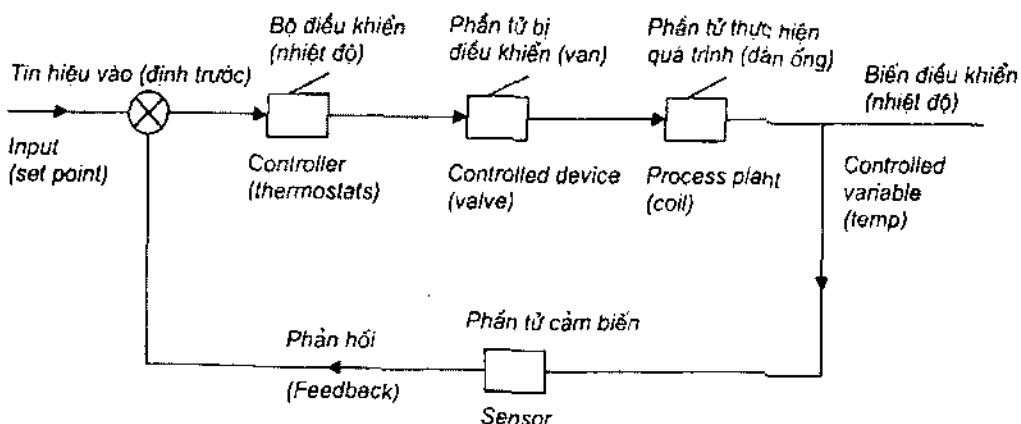
### 1. Định nghĩa

Sơ đồ hệ thống điều khiển là sơ đồ mô tả mối quan hệ qua lại giữa các phần tử trong hệ thống điều khiển.

### 2. Phân loại

- Căn cứ vào quan hệ của biến điều khiển với các phần tử trong hệ thống điều khiển, người ta chia thành: sơ đồ phản hồi (sơ đồ đóng) và sơ đồ không phản hồi (sơ đồ mở)

- Sơ đồ mạch phản hồi (feedback) hay gọi là sơ đồ đóng (closed - loop) là sơ đồ như hình 6-7, ở đây phần tử cảm biến sau khi đo giá trị của biến điều khiển (nhiệt độ không khí) sẽ phản hồi trở lại bộ điều khiển để nếu nhiệt độ



Hình 6-7. Sơ đồ khái niệm của hệ thống bảo vệ

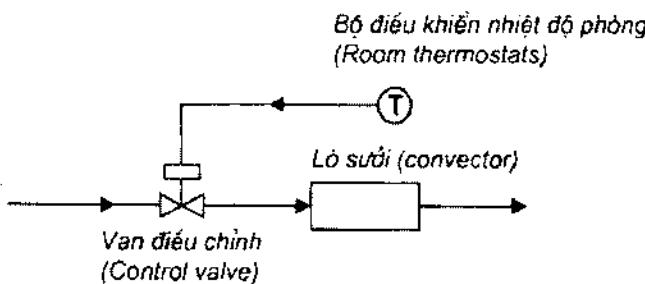
không khí tăng lên đến giá trị gần bằng giá trị định trước bộ điều chỉnh sẽ tác động tới van để đóng van lại. Nghĩa là nhờ có tín hiệu phản hồi của giá trị biến điều khiển mà biến điều khiển được duy trì ở xung quanh một giá trị định trước. Phần lớn các hệ tự động điều khiển đều hoạt động theo sơ đồ mạch có phản hồi.

Sơ đồ mạch không có phản hồi hay sơ đồ mở (open - loop) là sơ đồ khi không có tín hiệu phản hồi của biến điều khiển trở lại tới bộ điều khiển. Sơ đồ này ít được sử dụng vì nó không cho ta một hệ điều khiển hoàn chỉnh.

- Căn cứ vào quan hệ tác động giữa các phần tử trong hệ thống điều khiển người ta chia thành: sơ đồ khôi và sơ đồ điều khiển chi tiết (là sơ đồ chi tiết toàn bộ hệ thống hoặc chỉ là sơ đồ chi tiết thành phần).

+ Hình 6-7 là sơ đồ khôi thể hiện nguyên lý điều khiển có phản hồi ở hình 6.6.

+ Hình 6-8 thể hiện sơ đồ điều khiển chi tiết thành phần trong đó bộ điều khiển nhiệt độ không khí trong phòng điều chỉnh van (nước nóng) rồi van điều chỉnh lò sưởi đặt trong phòng.



Hình 6-8. Sơ đồ điều khiển thành phần

## V. CÁC KIỂU ĐIỀU KHIỂN

Tùy theo các ứng dụng khác nhau trong hệ thống lạnh và DHKK, các kiểu điều khiển có thể được phân loại như sau:

- Điều khiển hai vị trí;
- Điều khiển bước;
- Điều khiển dao động;

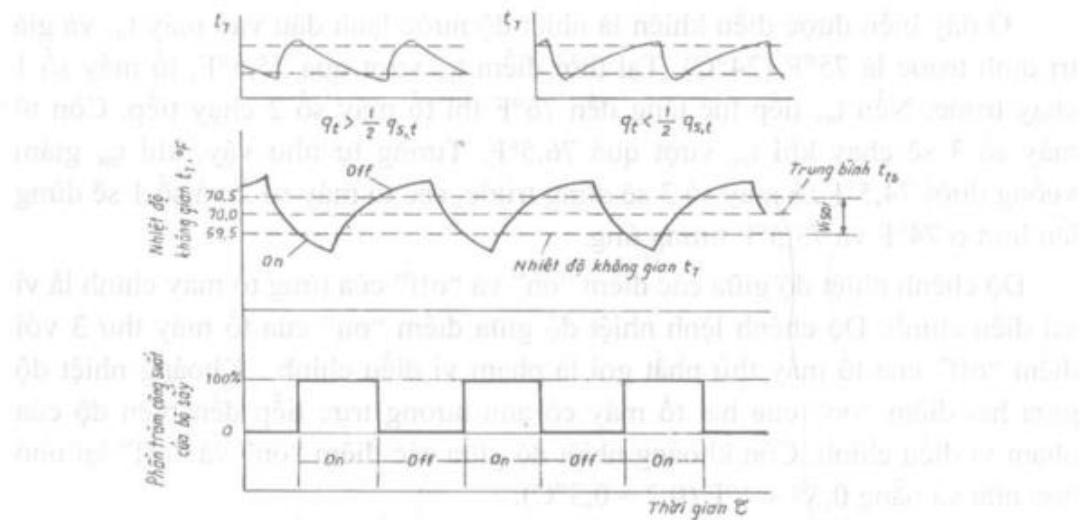
- Điều khiển tỷ lệ;
- Điều khiển tỷ - tích (T-T) hoặc điều khiển tỷ - tích - vi (T - T - V).

### 1. Điều khiển hai vị trí (on - off)

Bộ điều khiển sẽ không chế trạng thái của các phần tử nào đó chỉ có hai vị trí: cực đại và cực tiểu. Ví dụ, hệ thống điều khiển để khởi động hay dừng động cơ của bom, quạt gió, máy nén, hoặc hệ thống đóng cắt điện cho bộ sấy không khí. Trong đồ thị ở giữa hình vẽ, trục tung biều diễn biến được điều khiển là nhiệt độ không khí trong phòng  $t_T$ . Còn trong đồ thị phía dưới hình vẽ, trục tung biều diễn công suất ra của phần tử điều khiển cuối cùng, tức là bộ sấy không khí. Nếu bộ điều khiển đóng điện cho bộ sấy khi đầu cảm biến do được nhiệt độ trong phòng  $t_T = 69,5^{\circ}\text{F}$  ( $20.8^{\circ}\text{C}$ ) và cắt điện của bộ sấy ở nhiệt độ  $t_T = 70,5^{\circ}\text{F}$  ( $21,4^{\circ}\text{C}$ ) thì kết quả là bộ sấy sẽ được vận hành theo chu kỳ và  $t_T$  sẽ tăng giảm trong khoảng giữa  $69,5^{\circ}\text{F}$  và  $70,5^{\circ}\text{F}$ . Do ảnh hưởng của quan tính nhiệt của bộ sấy, đường ống và kết cấu bao che cũng như của chính đầu cảm biến mà có độ trễ đối với  $t_T$ . Quá trình tăng  $t_T$  theo đường cong đồng biến có thể vượt quá trị số  $70,5^{\circ}\text{F}$  và quá trình giảm  $t_T$  theo đường cong nghịch biến có thể xuống thấp hơn  $69,5^{\circ}\text{F}$ . Độ chênh thông số giữa hai điểm “on” và “off” được gọi là vi sai điều khiển. Nếu công suất cấp nhiệt của bộ sấy biều diễn là  $q_s$  và nếu phụ tải nhiệt thực của công trình là  $q_t < q_s/2$  thì độ chênh của đường cong  $t_T$  khi tăng sẽ lớn hơn khi giảm, kết quả là giai đoạn “on” sẽ ngắn hơn giai đoạn “off”, đó là đường cong chu kỳ  $t_T$  (góc trên phía trái của hình 6-9). Nếu  $q_t > q_s/2$  thì mọi điều kiện sẽ ngược lại (góc trên bên phải của hình 6-9). Còn  $q_t = q_s/2$  thì giai đoạn “on” sẽ bằng giai đoạn “off”. Hệ thống điều khiển hai vị trí làm thay đổi tỷ lệ giữa hai giai đoạn “on” và “off” để đáp ứng mọi biến đổi phụ tải nhiệt của công trình.

Để giảm độ lệch điều khiển của biến được điều khiển trong kiểu điều khiển hai vị trí, người ta đã nghiên cứu kiểu điều khiển hai vị trí theo thời gian. Ví dụ, một phần tử gia nhiệt nhỏ gắn với bộ cảm biến nhiệt độ sẽ được cấp điện trong giai đoạn “on”, trong giai đoạn “off” phần tử gia nhiệt này không được cấp điện.

Kiểu điều khiển hai vị trí không phù hợp để điều khiển chính xác, nhưng nó thường được sử dụng để điều khiển trạng thái, như đóng hay mở van gió, đóng cắt điện cho thiết bị, nói chung là để điều khiển các hệ thống điều khiển đơn giản và giá thành thấp.

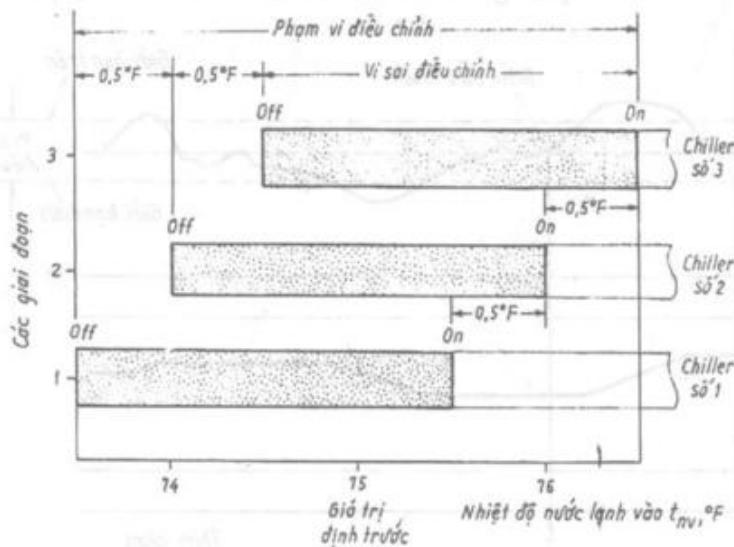


Hình 6-9 Điều khiển bộ sấy không khí trong đường ống.

## 2. Điều khiển bước

Trong điều khiển bước, bộ điều khiển sẽ tác động vào các role hay công tắc và lần lượt làm biến đổi công suất ra của thiết bị công nghệ theo từng bước hay từng giai đoạn. Độ lệnh của biến được điều khiển so với giá trị định trước càng lớn thì công suất ra của thiết bị công nghệ càng cao.

Hình 6-10 mô tả việc phân đoạn tự động của ba máy làm lạnh nước (chiller) kiểu piston bằng cách điều khiển bước đơn giản.



Hình 6-10. Sơ đồ điều khiển hoạt động của ba máy làm lạnh nước.

Ở đây biến được điều khiển là nhiệt độ nước lạnh đầu vào máy  $t_{nv}$  và giá trị định trước là  $75^{\circ}\text{F}$  ( $24^{\circ}\text{C}$ ). Tại thời điểm  $t_{nv}$  vượt quá  $75,5^{\circ}\text{F}$ , tổ máy số 1 chạy trước. Nếu  $t_{nv}$  tiếp tục tăng đến  $76^{\circ}\text{F}$  thì tổ máy số 2 chạy tiếp. Còn tổ máy số 3 sẽ chạy khi  $t_{nv}$  vượt quá  $76,5^{\circ}\text{F}$ . Tương tự như vậy, khi  $t_{nv}$  giảm xuống dưới  $74,5^{\circ}\text{F}$  tổ máy số 3 sẽ dừng trước, các tổ máy số 2 và số 1 sẽ dừng lần lượt ở  $74^{\circ}\text{F}$  và  $73,5^{\circ}\text{F}$  tương ứng.

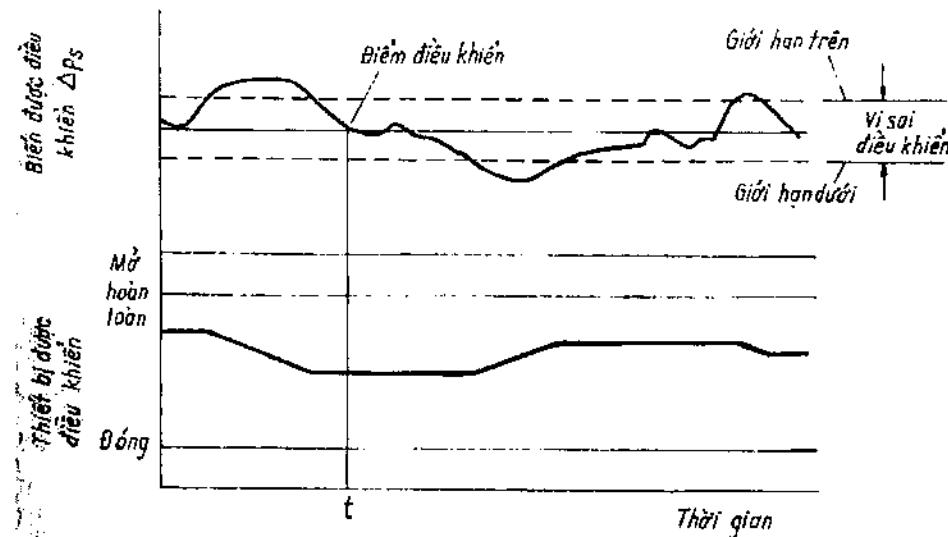
Độ chênh nhiệt độ giữa các điểm “on” và “off” của từng tổ máy chính là vi sai điều chỉnh. Độ chênh lệnh nhiệt độ giữa điểm “on” của tổ máy thứ 3 với điểm “off” của tổ máy thứ nhất gọi là phạm vi điều chỉnh. Khoảng nhiệt độ giữa hai điểm “on” của hai tổ máy có ảnh hưởng trực tiếp đến biên độ của phạm vi điều chỉnh. Còn khoảng nhiệt độ giữa các điểm “on” và “off” lại nhỏ hơn nữa và bằng  $0,35 \div 1^{\circ}\text{F}$  ( $0,2 \div 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

Kiểu điều khiển bước được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống nhiều máy ghép cũng như các bộ sấy không khí nhiều cấp làm việc nối tiếp.

### 3. Điều khiển dao động

Trong chế độ điều khiển dao động, bộ điều khiển chỉ tác động vào cơ cấu thừa hành khi trị số biến được điều khiển vượt ra ngoài vi sai điều khiển.

Trong hình 6-11 biểu diễn hệ thống điều khiển áp suất tĩnh của đường ống dẫn không khí sử dụng chế độ điều khiển dao động bằng cách mở và đóng cánh điều chỉnh đầu hút quạt gió. Khi biến được điều khiển (áp suất tĩnh của



Hình 6-11. Điều khiển áp suất tĩnh đường ống gió theo chế độ dao động.

không khí trong đường ống)  $\Delta p_s$  vượt ra ngoài vi sai điều chỉnh và cao hơn giới hạn trên của vi sai thì bộ điều khiển sẽ tác động đóng bớt cánh điều chỉnh đầu hút quạt gió, còn nếu  $\Delta p_s$  giảm xuống dưới giới hạn dưới của vi sai thì bộ điều khiển sẽ mở thêm cánh điều chỉnh quạt gió.

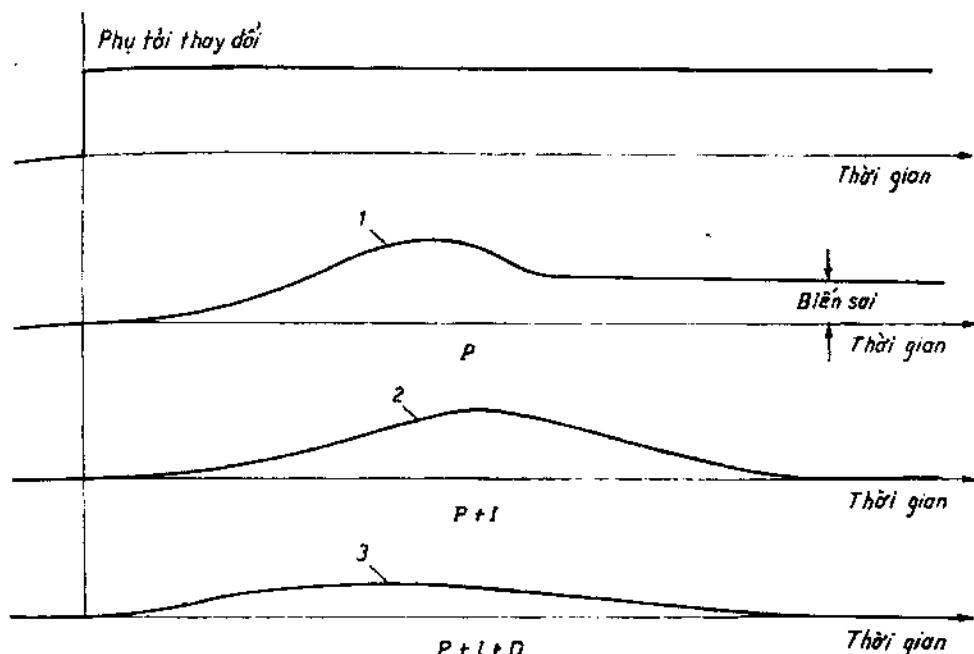
Chế độ điều khiển dao động phù hợp với các hệ thống điều khiển có độ trễ tối thiểu giữa bộ cảm biến và môi chất điều khiển.

#### 4. Điều khiển tỷ lệ

Trong chế độ điều khiển tỷ lệ, bộ điều khiển tác động vào thiết bị điều khiển sao cho công suất tín hiệu ra của thiết bị điều khiển tỷ lệ với độ lệch của biến được điều khiển so với giá trị định trước. Công suất của thiết bị điều khiển tỷ lệ tuyến tính với biến độ của biến được điều khiển.

Hình 6-12 biểu diễn hệ thống điều khiển nhiệt độ của công trình, đường cong 1 là sự biến đổi của biến được điều khiển khi sử dụng chế độ điều khiển tỷ lệ. Biến được điều khiển là nhiệt độ không khí trong phòng  $t_f$  và thiết bị điều khiển là van môi chất lạnh.

Trong chế độ điều khiển tỷ lệ, khoảng điều chỉnh chính là sự thay đổi của biến được điều khiển khi bộ điều khiển tác động vào thiết bị điều khiển từ vị trí



Hình 6-12. Hệ thống điều khiển nhiệt độ theo các chế độ khác nhau.

tương ứng với công suất cực đại đến công suất cực tiểu. Khi biến được điều ở giá trị nhỏ nhất của khoảng điều chỉnh thì bộ điều khiển sẽ định vị cơ cấu thửa hành ở trạng thái đóng. Tại giá trị định trước, cơ cấu thửa hành sẽ ở vị trí mở 50%. Và khi biến được điều khiển ở giá trị cực đại của khoảng điều chỉnh thì cơ cấu thửa hành sẽ ở vị trí mở 100%.

Giá trị tín hiệu ra của bộ điều khiển tỷ lệ V tỷ lệ với độ lệch của giá trị điều khiển so với giá trị định trước có quan hệ sau:

$$V = K_p e + M \quad (6-1)$$

Trong đó:  $K$  - hệ số tỷ lệ, có giá trị tỷ lệ nghịch với khoảng điều chỉnh;

$e$  – sai số của tín hiệu hay còn gọi là biến sai;

$M$  – giá trị công suất ra khi biến sai bằng 0 (thường giá trị này nằm giữa khoảng công suất ra của bộ điều chỉnh).

Khi điều khiển nhiệt độ không khí thổi vào và nhiệt độ không khí trong phòng nếu sử dụng điều khiển tỷ lệ thì biến sai sẽ tỷ lệ với phụ tải của phòng và phụ tải dàn lạnh. Nhiệt độ thổi vào và nhiệt độ trong phòng  $t(^{\circ}F)$  được tính toán như sau:

$$t = R_{pt} \cdot t_{do} + t_{min} \quad (6-2)$$

trong đó  $t_{do}$  - khoảng điều chỉnh biểu diễn theo nhiệt độ thổi vào hay nhiệt độ trong phòng;

$t_{min}$  - nhiệt độ thổi vào hay nhiệt độ phòng khi phụ tải của phòng hay phụ tải dàn lạnh bằng không;

$R_{pt}$  - tỷ số phụ tải của phụ tải phòng và phụ tải dàn lạnh, là đại lượng không thứ nguyên và có thể tính toán theo công thức:

$$R_{pt} = \text{tỷ số giữa phụ tải thực/ phụ tải thiết kế.} \quad (6-3)$$

Kiểu điều khiển tỷ lệ phù hợp với hệ thống lạnh và ĐHKK có phụ tải lớn.

## 5. Điều khiển tỷ - tích (T-T)

Trong kiểu điều khiển tỷ - tích, có thêm một phần tử đưa vào hệ thống điều khiển để triệt tiêu biến sai điều khiển. Tín hiệu ra của bộ điều khiển có thể biểu thị bằng công thức:

$$V = K_p \cdot c + K_i \int e \cdot dt + M, \quad (6-4)$$

Trong đó:  $K_i$  - hằng số tích phân;

$t$  - thời gian.

Trong phương trình này, số hạng thứ 2 ở về phải cho biết giá trị của biến sai được đo ở các khoảng thời gian cũng như giá trị của tích giữa  $K_i$  và tích phân biến sai sẽ được cộng thêm vào tín hiệu ra của bộ điều khiển để triệt tiêu biến sai. Biến sai tồn tại càng lâu thì đáp ứng của bộ điều khiển sẽ càng lớn. Tác động điều khiển như vậy tương đương với việc đặt lại chế độ định trước để làm tăng công suất ra của bộ điều khiển nhằm triệt tiêu biến sai. Do đó, điều khiển tỷ - tích đôi khi được gọi là điều khiển tỷ lệ cộng với điều khiển đặt lại chế độ.

Đường cong 2 trong hình 6-12 cho thấy sự biến đổi của biến điều khiển ở kiểu điều khiển tỷ - tích.

Đặc điểm quan trọng của điều khiển tỷ - tích là triệt tiêu được vi sai điều khiển khi biến điều khiển đã đạt tới giá trị ổn định. Nếu chọn đúng giá trị hệ số tích phân  $K_i$  và hệ số tỷ lệ  $K_p$  thì hệ thống sẽ ổn định hơn và điều khiển chính xác hơn.

Điều khiển tỷ - tích thường áp dụng cho các hệ thống điều khiển nhiệt độ không khí thổi vào, điều khiển nhiệt độ nước lạnh và điều khiển áp suất tĩnh trong đường ống gió.

## 6. Điều khiển tỷ - tích – vi ( $T - T - V$ )

Chế độ điều khiển tỷ - tích – vi có thêm một tác động điều khiển so với điều khiển tỷ - tích, đó là thêm một chức năng vi phân tỷ lệ với sự thay đổi biến được điều khiển.

Phương trình mô tả tín hiệu ra của bộ điều khiển tỷ - tích – vi.

$$V = K_p.c + K_i \int e.dt + K.d\dot{c}/dt + M \quad (6-5)$$

với  $K$  - hệ số vi phân.

Hàm vi phân  $K.d\dot{c}/dt$  làm cho tác động hiệu chỉnh của bộ điều khiển  $T - T - V$  càng lớn khi giá trị điều khiển thay đổi càng nhanh. Đường cong 3 trong hình 6-12 biểu diễn sự biến đổi của biến được điều khiển khi sử dụng kiểu điều khiển  $T - T - V$ . Giống như điều khiển tỷ - tích, điều khiển  $T - T - V$  cũng không có vi sai điều khiển khi đã đạt tới điều kiện ổn định, nhưng so với điều khiển tỷ - tích thì tác dụng hiệu chỉnh nhanh hơn, biên độ dao động nhỏ hơn, thời gian ổn định ngắn hơn. Tuy vậy việc xác định đúng 3 hằng số  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K$  cho bộ điều khiển  $T - T - V$  cũng khó khăn hơn. Điều khiển  $T - T - V$  thích hợp với các hệ thống điều khiển áp suất tĩnh của đường ống gió và điều khiển lưu lượng môi chất.

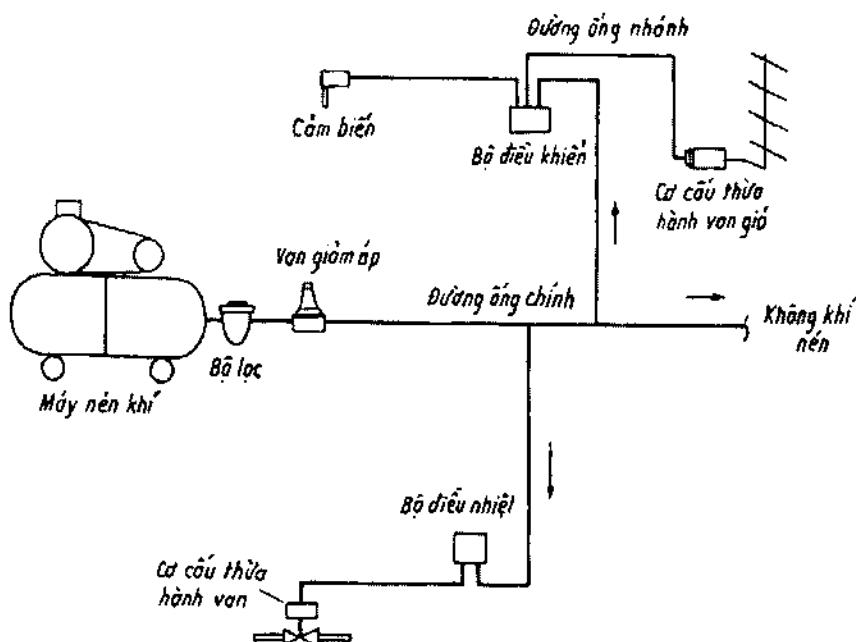
## VI. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN

### 1. Hệ thống điều khiển bằng khí nén

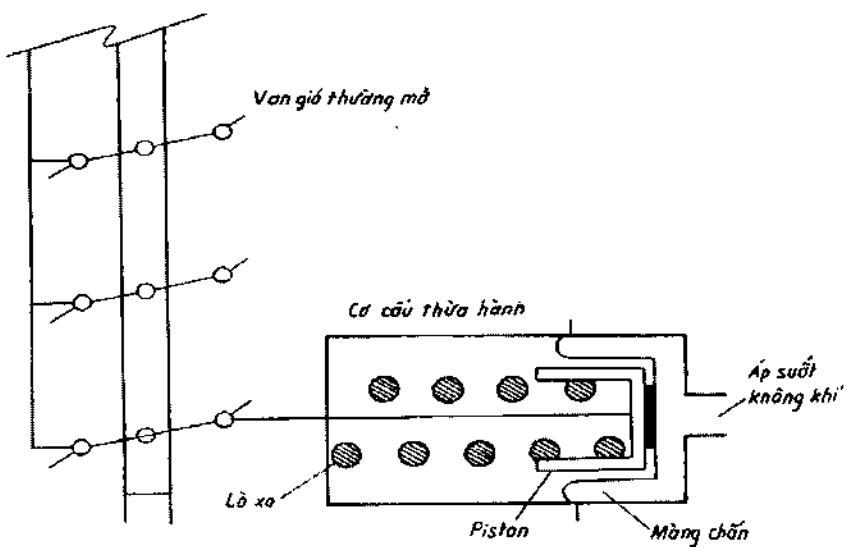
Các hệ thống điều khiển tự động dùng không khí nén làm môi chất được ứng dụng rộng rãi từ rất sớm, cho đến đầu thập kỷ chín mươi này, mặc dù xu hướng điều khiển bằng điện tử đã chiếm ưu thế, song khoảng 50% doanh số bán hàng của các công ty lớn về thiết bị điều khiển vẫn là từ thiết bị khí nén.

Hệ thống này tác động vào bộ khí nén để tác động vào bộ điều khiển, cơ cấu thửa hành, cũng như để truyền tín hiệu. Một số hệ thống điều khiển bằng khí nén gồm có mạng lưới cung cấp và phân phối khí nén, các phần tử cảm biến, bộ điều khiển và cơ cấu thửa hành. Hình 6-13 biểu diễn một hệ thống điều khiển bằng khí nén điển hình. Trong hình 6-13, bộ lọc dùng để lọc bụi trong không khí, kể cả bụi có kích thước rất nhỏ. Chức năng của van giảm áp để điều hòa áp suất khí nén dưới trị số yêu cầu trong tuyến đường ống cung cấp chính. Ở Mỹ khí nén thường có áp suất từ  $18 \div 25\text{psi}$  ( $1,2 \div 1,8\text{ at}$ ).

Hệ thống điều khiển bằng khí nén được thể hiện trên hình 6.13.



Hình 6-13. Hệ thống điều khiển bằng khí nén



Hình 6-14. Cơ cấu thừa hành điều khiển của gió bằng khí nén

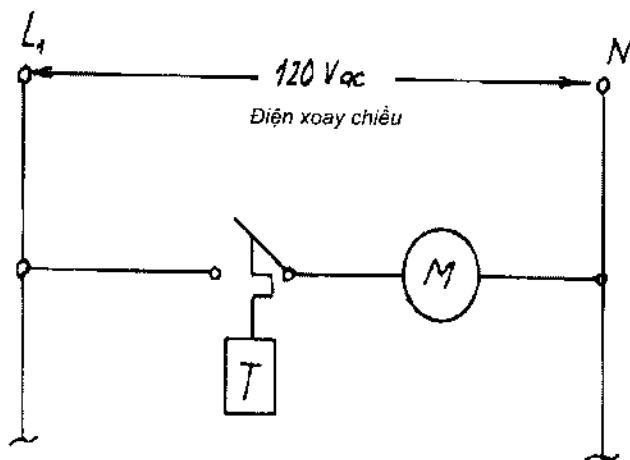
## 2. Hệ thống điều khiển bằng điện - điện tử

Hệ thống điều khiển bằng điện và điện tử giống nhau ở chỗ đều dùng nguồn năng lượng cung cấp là điện (có thể là điện lưới 220V hoặc điện thế thấp xoay chiều 24V). Sự khác nhau cơ bản giữa 2 hệ thống điều khiển này là: ở hệ thống điều khiển bằng điện thì các phần tử trong hệ thống điều khiển hoạt động trên nguyên tắc điện tử, việc điều khiển thực hiện thông qua các công tắc tơ, khởi động từ hay các loại relay điện tử ... Còn hệ thống điều khiển bằng điện tử thì các phần tử trong hệ thống điều khiển hoạt động trên nguyên tắc làm việc của các mạch điện tử bán dẫn hoặc là vi mạch, việc điều khiển thực hiện bằng các tín hiệu tương tự hoặc tín hiệu số.

### 2.1. Hệ tự động điều khiển bằng điện (electric control)

Ở hệ điều khiển bằng điện, điện cung cấp thường là điện lưới 220V. Kiểu điều khiển là kiểu 2 vị trí. Ví dụ hình 6-15 thể hiện sơ đồ điều khiển nhiệt độ không khí trong phòng (ví dụ để sưởi) sử dụng công tắc đóng mở 2 vị trí để khởi động hoặc đóng lò sưởi (dầu ...); ở bộ điều khiển nhiệt độ bằng điện (có phần cảm biến nhiệt độ bằng điện trở) cảm nhận nhiệt độ không khí và điều khiển công tắc để đóng mở động cơ chạy lò sưởi. Ở đây khi nhiệt độ không khí cao hơn giá trị đặt trước công tắc mở (thường mở) không có dòng điện chạy

qua động cơ và lò sưởi không hoạt động. Khi nhiệt độ không khí trong phòng giảm xuống dưới giá trị đặt trước, bộ điều khiển tác động làm công tắc đóng lại và có dòng điện chạy qua động cơ làm lò sưởi hoạt động.



Hình 6-15. Sơ đồ điều khiển nhiệt độ không khí trong phòng  
 L1 – dây điện 1 pha; N – dây trung tính; M - động cơ;  
 T - bộ điều khiển nhiệt độ.

## 2.2. Hệ thống điều khiển điện tử (electronic controls)

Có 2 loại hệ thống điều khiển điện tử: hệ thống điều khiển tương tự (analog control) và hệ thống điều khiển số (direct digital control - DDC).

### 2.2.1. Điều khiển điện tử kiểu tương tự (DC analog control)

#### a) Mạch cầu (bridge circuit)

Ta biết trong một mạch điện có 3 đại lượng: dòng điện I, điện thế U, điện trở R (sức cản chuyển động). Định luật Ohm cho ta quan hệ giữa 3 đại lượng này:

$$U = I \cdot R$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

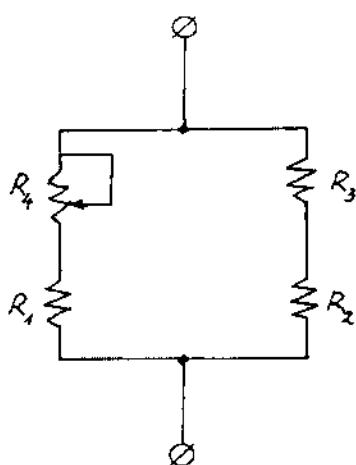
Ngoài ra ta biết ở mạch điện nối tiếp cường độ dòng điện là như nhau, điện trở  $R_t$  là tổng các điện trở thành phần:

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots$$

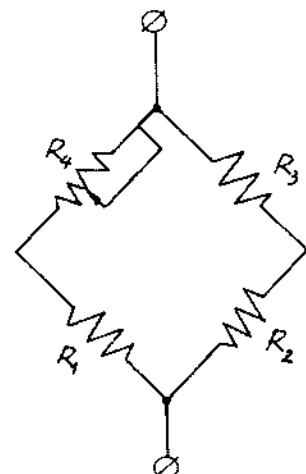
Ở mạch điện mắc song song, điện thế như nhau còn, điện trở được xác định như sau:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Khi sử dụng các tính chất cơ bản cho một mạch điện một chiều (direct current - DC), một mạch cầu (brigde circuit) được nghiên cứu phát triển và trở thành một phần tử điều khiển cơ bản của hệ thống điện tử. Hình 6-17 thể hiện một mạch cầu điện hình được sử dụng để làm chính xác cho một phép đo. Trong hệ thống điện điều khiển điện tử mạch cầu thông dụng nhất là mạch cầu Weatstone (Wheatstone brigde). Nó gồm điện trở thay đổi  $R_4$  và các điện trở cố định  $R_1, R_2, R_3$  và là một mạch có sự kết hợp giữa mạch nối tiếp và mạch song song (hình 6.16).



Hình 6-16. Mạch cầu.

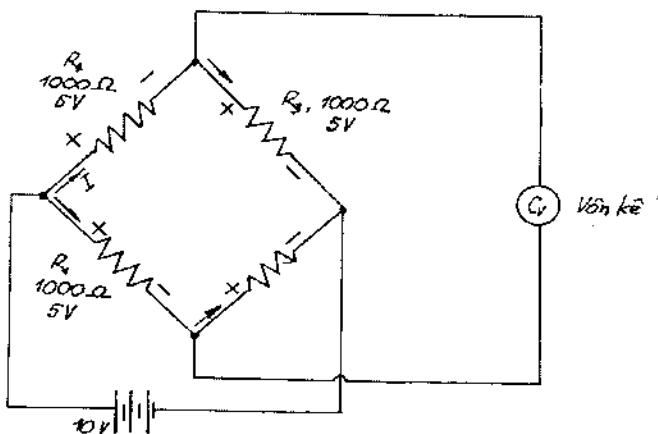


Hình 6-17. Mạch cầu Wheatstone.

Nếu ta cung cấp 10V điện một chiều cho mạch cầu ở hình 6-17 ta thấy một dòng điện sẽ qua điện trở  $R_3, R_4$ . Vì  $R_1, R_2$  là các điện trở không đổi và mỗi điện trở có  $1000\Omega$ , dòng điện qua chúng không đổi và điện thế ở mỗi điện trở là 5V (chú ý trên mỗi điện trở dòng điện vào mang dấu +, dòng điện ra mang dấu -). Ngoài ra vì điện trở  $R_4$  có giá trị thay đổi nên điện thế trên điện trở

$R_3$  và  $R_4$  cũng thay đổi. Nếu tất cả các điện trở có giá trị  $1000\Omega$  thì  $5V$  là điện thế của mỗi điện trở đó.

Một vônkế được mắc như hình vẽ, nó sẽ chỉ tổng số V trên  $R_2$  và  $R_3$ . Ở đây tuy trị số vôn trên  $R_2$  và  $R_3$  đều là  $5V$  nhưng do chiều khác nhau ở  $R_2$  sẽ là  $+5V$  (chiều từ + đến -) còn ở  $R_3$  là  $-5V$  (chiều từ - đến +) và tổng số vôn trên  $R_2$  và  $R_3$  là  $5V - 5V = 0V$ . Lúc này ta nói mạch cầu ở trạng thái cân bằng (balanced bridge).



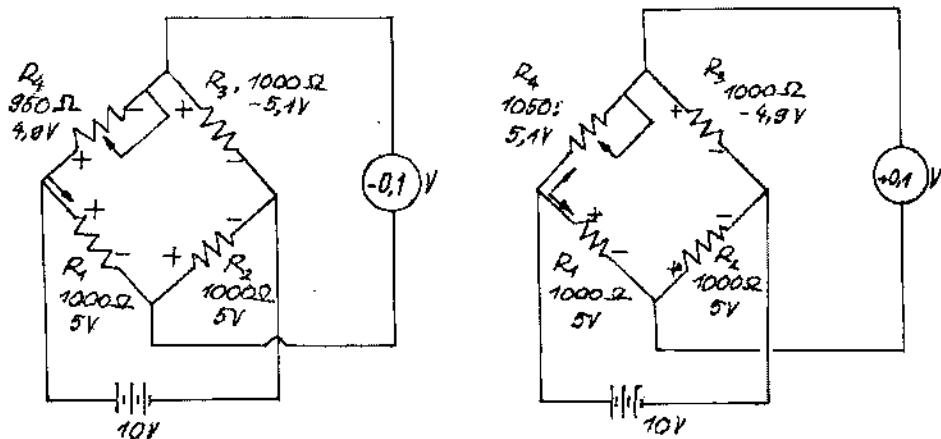
Hình 6-18. Mạch cầu Wheatstone cân bằng.

Ở hình 6-19 nếu điện trở thay đổi  $R_4$  bây giờ giảm đi  $50\Omega$  nghĩa là  $R_4 = 950\Omega$  trong khi tất cả các điện trở còn lại vẫn là  $1000\Omega$ . Sử dụng định luật Ohm ta có thể tìm được điện thế ở  $R_4$  là  $4,9V$ , còn ở  $R_3$  là  $5,1V$ . Vậy ở đây vônkế sẽ chỉ tổng số vôn của  $R_2$  (là  $+5V$ ) và của  $R_3$  (là  $-5,1V$ ) là  $-0,1V$ .

Tương tự như vậy ở hình 6-20 nếu điện trở  $R_4$  tăng thêm  $50\Omega$  nghĩa là  $R_4$  có  $1050\Omega$ , khi tất cả các điện trở còn lại vẫn là  $1000\Omega$ . Sử dụng định luật Ohm ở đây ta có điện thế của  $R_4$  là  $5,1V$  và của  $R_3$  là  $4,9V$ . Vậy ở đây vônkế chỉ tổng số vôn của  $R_2$  (là  $+5V$ ) và của  $R_3$  (là  $-4,9V$ ) là  $+0,1V$ .

Chúng ta nhận thấy khi điện trở  $R_4$  tăng hoặc giảm cùng một giá trị, giá trị điện một chiều lấy ra đo bằng vôn kẽ sẽ giống nhau, chỉ khác chiều.

Bây giờ nếu điện trở thay đổi  $R_4$  là điện trở của phần tử cảm biến (sensor), ví dụ cảm biến nhiệt độ, vậy điện thế lấy ra của mạch cầu (là tín hiệu lấy ra của bộ điều khiển) sẽ thay đổi theo sự thay đổi của nhiệt độ (là biến điều khiển). Đó chính là nguyên lý của mạch điều khiển điện tử.



Hình 6-19. Mạch cầu Wheatstone không cân bằng (số vôn mang dấu -).

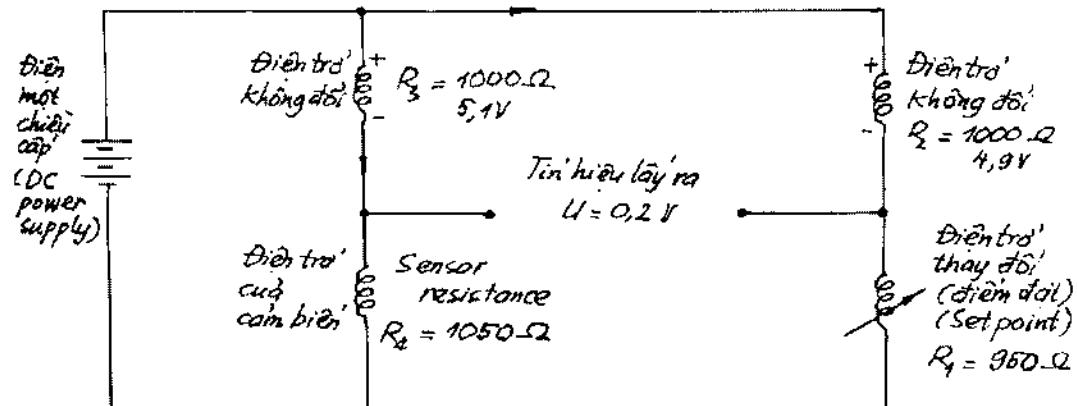
Hình 6-20. Mạch cầu Wheatstone không cân bằng (số vôn mang dấu +)

### b) Mạch điều khiển điện tử

Hình 6-21 thể hiện mạch điện tử cơ bản. Ở đây điện cung cấp cho mạch là điện một chiều ... Mạch cầu Wheatstone gồm 2 mạch nhánh (leg of the bridge):

Mạch nhánh 1 gồm điện trở  $R_3$  không đổi, điện trở  $R_4$  thay đổi (ở đây là điện trở của phần tử cảm biến);

Mạch nhánh 2 gồm điện trở  $R_2$  không đổi, điện trở  $R_1$  thay đổi (là điện trở của điểm đặt).



Hình 6-21. Sơ đồ cơ bản mạch điều khiển điện tử.

Ví dụ biến điều khiển là nhiệt độ phòng, điện cung cấp là 10V, các điện trở không đổi  $R_3 = 1000\Omega$ ,  $R_2 = 1000\Omega$  nếu nhiệt độ điểm đặt ví dụ  $26^\circ\text{C}$ , ứng với điện trở  $R_1 = 950\Omega$ , điện trở của phần tử cảm biến nhiệt độ ví dụ tăng lên đến  $R_4 = 1050\Omega$ . Theo định luật Ohm như trên đã trình bày ta có kết quả điện thế qua các điện trở  $R_2$  là  $U_{R2} = -4,9\text{V}$ . Vậy lúc này tín hiệu lấy ra có điện thế  $U = U_{R2} + U_{R3} = 5,1 - 4,9 = 0,2\text{V}$ . Dòng điện lấy ra lúc này có thể được phóng đại lên rồi tác dụng vào môtơ của van hay cửa gió của nước hoặc không khí và làm nhiệt độ (biến điều khiển) thay đổi.

Sơ đồ mạch điều khiển điện tử trên chính là nguyên lý hoạt động của bộ điều khiển điện tử (electronic controller). Vậy ở bộ điều khiển điện tử nguồn năng lượng cung cấp là dòng điện 1 chiều, các phần tử cảm biến hoặc điểm đặt (điện trở) là các chất bán dẫn. Bộ điều khiển trên có thể cung cấp sự tác động tỉ lệ thuận (direct action), nghĩa là khi dòng điện tín hiệu lấy ra tăng tác dụng tới phần tử bị điều khiển (van ...) để dẫn tới giá trị biến điều khiển tăng (nhiệt độ tăng), hoặc có thể cung cấp sự tác động tỉ lệ nghịch (reverse action) nghĩa là dòng điện tín hiệu lấy ra tăng dẫn tới nhiệt độ giảm. Trong bộ điều khiển điện tử có 3 thành phần cơ bản:

1. mạch cầu (bridge)
2. bộ phóng điện (amplifier)
3. mạch lấy ra (output circuit).

Mạch cầu gồm 2 mạch nhánh, ở mỗi mạch nhánh có một điện trở thay đổi (là điện trở của phần tử cảm biến hoặc của giá trị điểm đặt). Ví dụ nếu là bộ điều chỉnh nhiệt độ điện tử, khi nhiệt độ thay đổi hoặc giá trị điểm đặt thay đổi, mạch cầu sẽ ở trạng thái không cân bằng và có điện thế lấy ra (tín hiệu lấy ra). Tuy nhiên, thường tín hiệu lấy ra cần phải có bộ phận khuếch đại lên rồi mới cho tác dụng vào môtơ của phần tử bị điều khiển (van ...). Trong điều khiển điện tử người ta hay dùng môtơ điện thủy lực (electrohydraulic actuator). Gọi như vậy vì môtơ sẽ biến đổi tín hiệu điện thành lực tác dụng tới dòng chảy của chất lỏng. Ngoài ra ở đây cần một bộ nắn dòng điện (rectifier) để chuyển điện cung cấp là điện xoay chiều sang điện 1 chiều.

### 2.2.2. Điều khiển điện tử kiểu số (direct digital control - DDC)

Điều khiển điện tử kiểu số trực tiếp (direct digital control - DDC) là phương pháp điều khiển có sử dụng máy vi tính (computer). DDC sử dụng các bộ vi xử lý (microprocessor) để thay thế cho một hoặc nhiều mạch điều khiển

điện hoặc khí nén, dùng các phần tử cảm biến điện tử (electronic sensor) như là tín hiệu đưa vào.

Các phần tử cảm biến điện tử của hệ DDC này được phân loại:

Loại tương tự (analog): tín hiệu cảm biến là dòng điện một chiều điện thế 0 – 10V.

Loại số (digital): tín hiệu cảm biến được thể hiện bằng các hành động kiểu 2 hoặc 3 trạng thái (two – position or three position status) như:

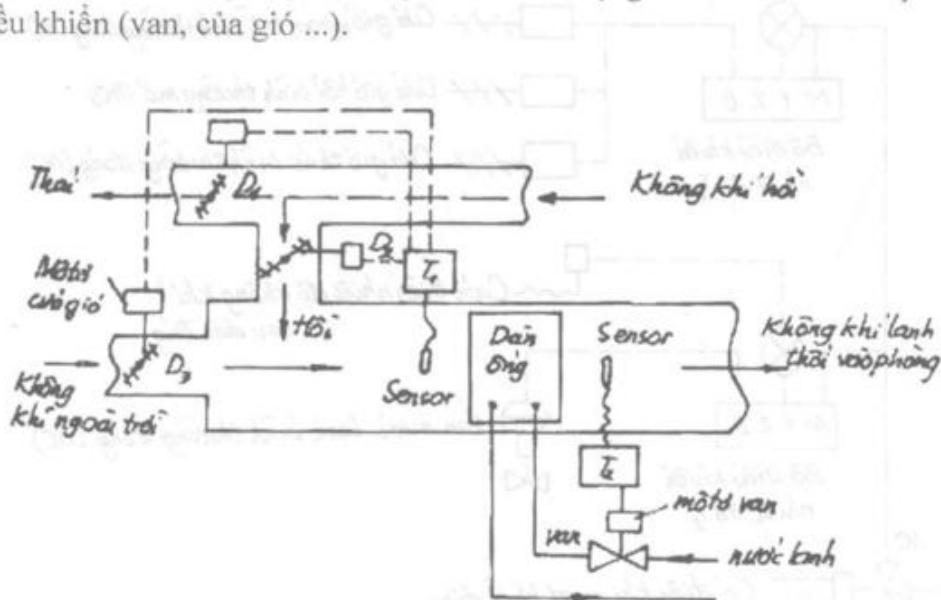
Bật tắt “ON – OFF”

Mở đóng “Open – Close”

Tay - tự động “Hand – Auto”.

Phần tử cơ bản của điều khiển số DDC là FDI (field interface device). FDI thường bao gồm: bộ vi xử lí, bộ nhớ, bộ điều khiển liên kết, phần tử truyền tín hiệu.

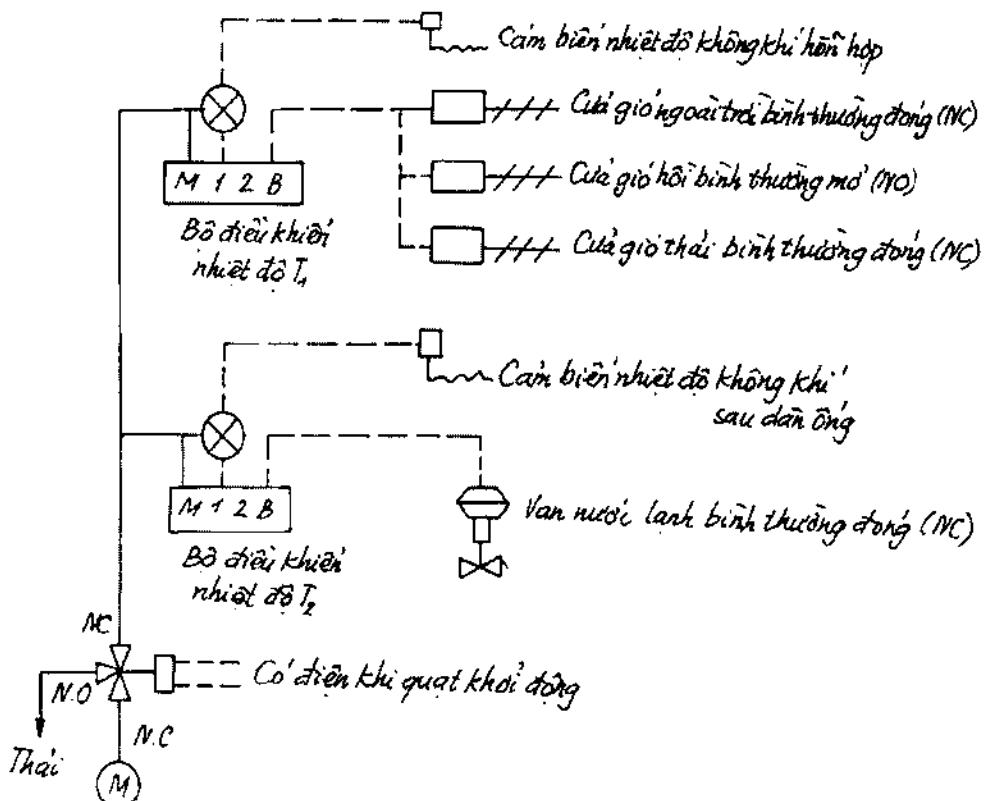
Các FDI một mặt nhận tín hiệu từ phần tử cảm biến rồi qua vi xử lí (dùng cho máy tính) cho tín hiệu ra có thể là tín hiệu tương tự (dòng điện một chiều 0 - 10V và 0 – 5mA) hoặc tín hiệu số để tác động tới mô-tơ của các phần tử bị điều khiển (van, cửa gió ...).



Hình 6-22. Sơ đồ điều khiển các thành phần của AHU  
T1 - bộ điều khiển nhiệt độ lấy tín hiệu không khí sau hòa trộn;  
T2 - bộ điều khiển nhiệt độ lấy tín hiệu không khí sau dàn lạnh;  
D1, D2, D3 - cửa gió (damper) thái, hoi, ngoài trời.

Hình 6-22 thể hiện một kiểu sơ đồ điều khiển các thành phần của AHU (air handing unit). Ở đây dùng bộ điều khiển  $T_1$  (đo nhiệt độ không khí sau khí hòa trộn - trước dàn ống nước lạnh) để điều khiển các cửa gió thải  $D_1$ , cửa gió hồi  $D_2$  và cửa gió không khí ngoài trời  $D_3$ , dùng bộ điều khiển  $T_2$  (đo nhiệt độ không khí sau dàn lạnh) để điều khiển van nước lạnh cung cấp cho dàn ống.

Hình 6-23 thể hiện sơ đồ điều khiển khí nén của AHU tương ứng với sơ đồ hình 6-23. Ở đây M - đường ống chính cung cấp khí nén từ nén nén. Khí nén chỉ cung cấp cho hệ khi quạt gió khởi động (lúc này mô tơ van gió đóng đường thải, mở đường cấp không khí cho bộ điều khiển  $T_1, T_2$ ). Ở bộ điều khiển  $T_1$  tín hiệu vào là tín hiệu của cảm biến nhiệt độ không khí sau hòa trộn, tín hiệu ra là khí nhánh tác dụng tới mô tơ cửa gió ngoài trời, hồi, thải. Ở bộ điều khiển  $T_2$  tín hiệu vào là cảm biến nhiệt độ không khí sau dàn ống nước, tín hiệu ra là khí nhánh tác dụng tới mô tơ van nước lạnh.



Hình 6-23. Sơ đồ điều khiển khí nén AHU

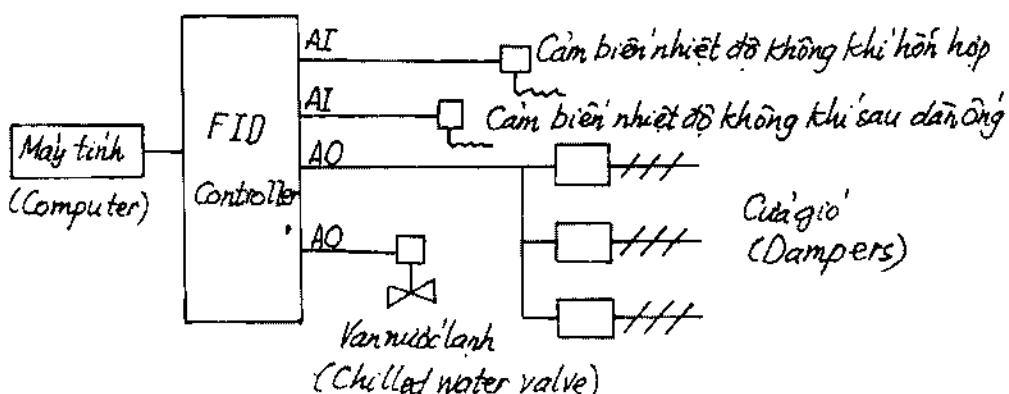
Hình 6-24 thể hiện sơ đồ điều khiển điện tử số DDC của AHU. Ở đây phần tử cơ bản FDI – controller được nối với máy tính, nó tiếp nhận tín hiệu vào của các cảm biến nhiệt độ (ở đây là loại tương tự analog output) tác dụng tới cửa gió, van.

### 3. So sánh các phương pháp điều khiển

Do nhu cầu ngày càng tăng đối với hệ thống điều khiển phức tạp hơn nhằm đáp ứng yêu cầu điều khiển thông số của môi trường không khí trong công trình tốt hơn, tăng mức tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí và tăng độ tin cậy, xu hướng hiện nay trong kỹ thuật điều khiển là sử dụng hệ thống điều khiển kiểu tác động trực tiếp (direct digital control: DDC). DDC bao gồm các bộ cảm biến điện tử, các bộ điều khiển hoạt động theo nguyên tắc vi xử lí, một bộ biến đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số (A/D) hoặc tín hiệu số sang tín hiệu tương tự (D/A) hoặc cơ cấu thửa hành kiểu khí nén (đặc biệt đối với thiết bị công suất lớn) hoặc cơ cấu thửa hành điện. Nếu tín hiệu ra của bộ điều khiển DDC công suất lớn là tín hiệu tương tự thì sử dụng cơ cấu thửa hành kiểu điện và điện tử.

DDC có những ưu điểm chủ yếu sau:

- Tính linh hoạt sử dụng cao, có khả năng phối hợp nhiều chức năng trực tiếp từ các chương trình phần mềm phức tạp (thậm chí có thể mô phỏng hoạt động của con người trong phạm vi nhất định).



Hình 6-24. Sơ đồ điều khiển DDC của AHU:

AI – Analog input - tín hiệu vào loại tương tự;

AO – Analog output - tín hiệu ra loại tương tự.

- Tác động điều khiển chính xác hơn do bộ điều khiển hoạt động theo nguyên tắc vi xử lí.
- Có khả năng sử dụng các phần tử của hệ thống kiểm tra, tự điều chỉnh bậc cao làm tăng độ tin cậy của toàn hệ thống.
- Chi phí ban đầu hợp lý so với phương pháp điều khiển khác do DDC có chức năng điều khiển phong phú hơn.

Nhược điểm chính của phương pháp điều khiển DDC là còn quá mới mẻ. Mặc dù vậy, nhiều hãng ĐHKK ngày nay đã sử dụng các vi mạch để tạo ra chức năng điều khiển phù hợp. Từ năm 1990 trở lại đây, việc sử dụng hệ thống DDC để điều khiển các hệ thống lạnh và ĐHKK cho các công trình mới hay cải tạo đã trở thành phổ biến. Giá thành của DDC hiện còn khá cao nhưng chắc chắn sẽ giảm nhanh trong tương lai.

## **VII. DỤNG CỤ ĐO LUỒNG DÙNG TRONG KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

### **1. Các dụng cụ đo áp suất không khí**

Các dụng cụ đo áp suất thường được phân loại theo áp suất được đo hay theo nguyên lý hoạt động.

Theo loại áp suất đo có các loại sau:

- Dụng cụ đo áp suất khí quyển;
- Dụng cụ đo áp suất dư;
- Dụng cụ đo áp suất chân không (độ chân không).

Theo nguyên lý hoạt động có các loại sau:

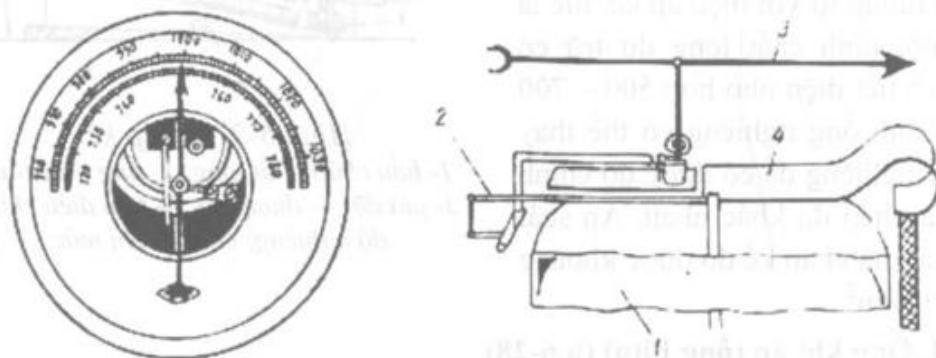
- Áp kế chất lỏng;
- Áp kế màng xếp;
- Áp kế lò xo;
- Áp kế điện;
- Áp kế kết hợp.

Mọi loại áp kế đều được đặc trưng bằng cấp chính xác.

Sau đây là cấu tạo và nguyên lý làm việc của một số dụng cụ đo áp suất thường được sử dụng trong ĐHKK.

### 1.1. Baromet (H.6-25)

Baromet dùng để đo áp suất khí quyển. Nguyên lý hoạt động dựa trên tính chất của chất đàn hồi bị thay đổi hình dạng khi có tác động của áp suất. Phần tử nhạy (chịu tác dụng trực tiếp của áp suất) là hộp kim loại 1 có bề mặt dạng lượn sóng, trong hộp là chân không. Lò xo phẳng 4 giữ cho nắp hộp cảng lên phía trên, khi áp suất khí quyển tăng lên, hộp sẽ bị ép xuống và đầu của lò xo bị đẩy xuống theo. Cơ cấu truyền động 2 có gắn kim chỉ thị 3 sẽ chuyển động dịch sang phải hay sang trái tùy theo sự tác động của áp suất.

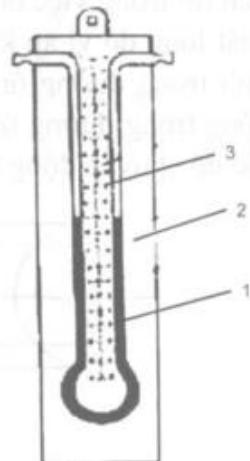


Hình 6-25. Baromet

Để giảm ảnh hưởng của nhiệt độ đến trị số biến dạng của hộp và lò xo, người ta thường lắp một bộ bù nhiệt độ. Còn việc chỉnh kim cho đúng vị trí thì dùng một vít điều chỉnh ở dưới đáy hộp.

### 1.2. Áp kế chất lỏng (h.6-26)

Thường dùng đo hiệu áp suất và có thể xem như các hiệu áp kế hay áp kế vi sai. Một áp kế chất lỏng đơn giản nhất (h6-26) là một ống thủy tinh 1 dạng chữ U lắp trên giá đỡ gỗ 2 có thang chia độ 3 với vạch chia tính bằng milimet, giữa thang đo và vạch 0. Áp kế được nạp nước màu đến vạch 0. Khi đo áp suất, độ chênh cột chất lỏng ở hai nhánh của áp kế sẽ chính là hiệu áp suất cần đo tính bằng milimet cột chất lỏng. Để giảm ảnh hưởng của



Hình 6-26  
Áp kế chất lỏng.

hiệu ứng mao dẫn đến kết quả đo, ống của áp kế phải có đường kính trong không nhỏ hơn 5 – 6mm. Loại áp kế này có thể dùng đo hiệu áp suất trên  $200\text{N/m}^2$ .

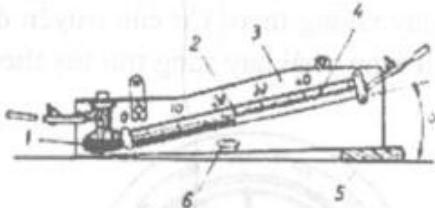
Khi đo áp suất cao hơn  $10000\text{N/m}^2$  ống chữ U sẽ được nạp thủy ngân (có  $\rho = 13,6\text{ g/cm}^3$ ) thay cho nước.

### 1.3. Vi áp kế (h.6-27)

Là dụng cụ để đo độ chênh lệch áp suất rất nhỏ. Nguyên lý hoạt động của nó tương tự với hiệu áp kế, tức là gồm một bình chất lỏng dự trữ có diện tích tiết diện nhỏ hơn 500 – 700 lần. Nhánh ống nghiêng có thể thay đổi góc nghiêng để có được độ chính xác của phép đo khác nhau. Áp suất nhỏ nhất mà vi áp kế đo được khoảng  $10 - 40\text{ N/m}^2$ .

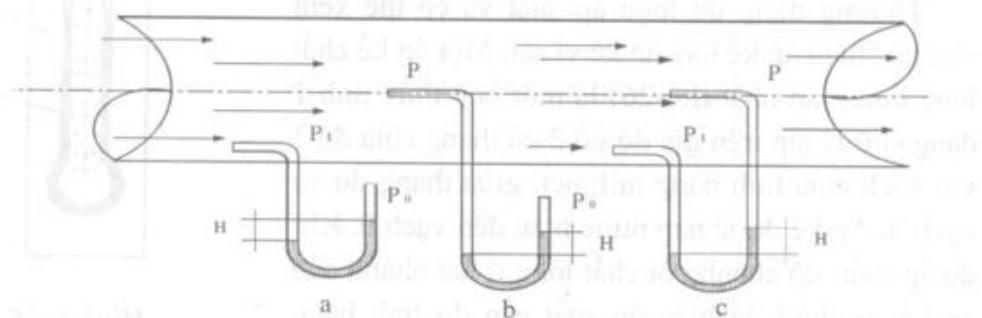
### 1.4. Ống khí áp (ống Pito) (h.6-28)

Trên hình 6-28 là một loại dụng cụ đo áp suất được gọi là ống khí áp gồm có hai nhánh ống đo, một nhánh để đo áp suất toàn phần và một nhánh để đo áp suất tĩnh, cả hai nhánh được nối với một vi áp kế chất lỏng. Dụng cụ này rất tiện lợi trong việc đo áp suất trong các đường ống dẫn không khí. Độ chênh cột chất lỏng do vi áp kế chỉ thị chính là hiệu số của áp suất toàn phần và áp suất tĩnh trong đường ống, tức là trị số áp suất động của dòng không khí chuyển động trong đường ống. Dựa vào độ chênh áp suất này người ta xác định được tốc độ chuyển động của dòng không khí.



Hình 6-27. Vi áp kế.

1- bầu chứa chất lỏng; 2- ống thủy tinh;  
3- giá đỡ; 4- thang đo; 5- tám điều chỉnh  
độ nghiêng; 6- kính chỉ mức.



Hình 6-28. Ống Pito.

## 2. Các dụng cụ đo lưu lượng không khí

Lưu lượng không khí trong đường ống dẫn không khí được xác định theo giá trị của tốc độ trung bình tính theo trị số áp suất động:

$$L = \omega \cdot F \cdot 3600, \text{ m}^3/\text{h}$$

Trong đó  $F$  - diện tích tiết diện đường ống dẫn không khí,  $\text{m}^2$ ;

$\omega$  - tốc độ trung bình của dòng không khí,  $\text{m/s}$ :

$$\omega = \sqrt{2 \cdot p_d \cdot g / \rho},$$

ở đây:  $p_d$  - áp suất động,  $\text{N/m}^2$ ;

$\rho$  - khối lượng riêng của không khí,  $\text{kg/m}^3$ .

Như vậy, bài toán đo lưu lượng không khí thực chất là đo áp suất động của dòng không khí chuyển động trong đường ống  $p_d$ . Vì vậy người ta sử dụng một số dụng cụ sau đây để đo lưu lượng.

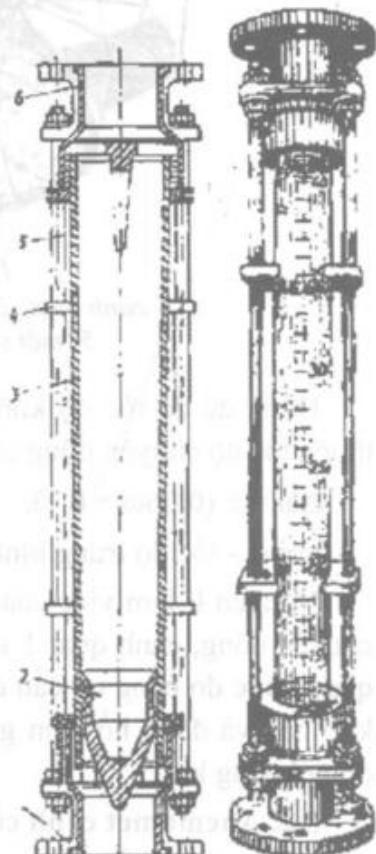
### 2.1. Ống Pitô

Được sử dụng cùng với vi áp kế để đo tốc độ dòng không khí khá lớn. Giá trị nhỏ nhất của tốc độ dòng có thể đo được phụ thuộc vào loại áp kế:

- Đối với áp kế chữ U:  $\omega_{\min} = 7 \div 8 \text{ m/s}$ ;
- Đối với vi áp kế  $\omega_{\min} = 3 \div 4 \text{ m/s}$ .

### 2.2. Rôtamet

Rôtamet (h.6-29) là một loại lưu lượng kế có độ giáng áp không đổi. Dụng cụ gồm một ống thủy tinh dạng côn đặt thẳng đứng, bên trong có một phao nổi có thể chuyển động tự do trong dòng khí hay chất lỏng cần đo lưu lượng. Thang chia độ của dụng cụ được khắc ngay trên bề mặt ống thủy tinh. Khi chất khí hay chất lỏng chuyển động từ phía dưới lên, phao nổi sẽ bị đẩy lên phía trên do tác động của dòng khí tới vị trí mà tiết diện khe hở hình xuyến giữa phao và bề mặt bên trong của ống thủy tinh đạt tới trị số



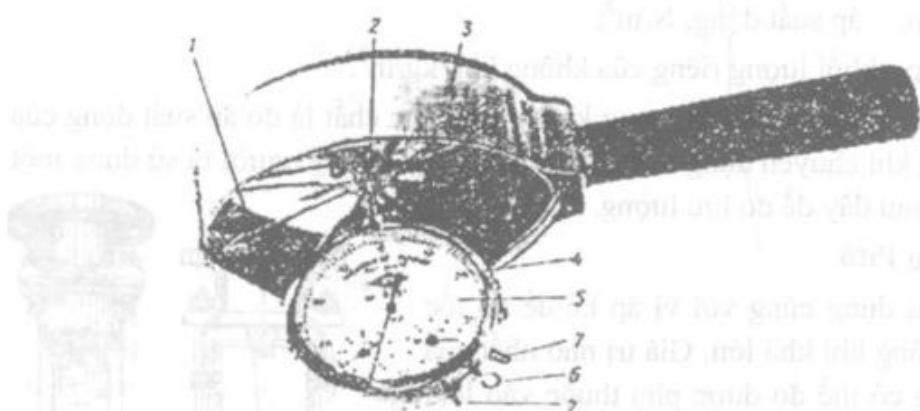
Hình 6-29. Rotamet

đảm bảo lực nâng của chất khí tác dụng lên phao cân bằng với trọng lượng của phao. Vị trí của mặt đáy phía trên của phao sẽ biểu thị trị số lưu lượng khí cần đo.

### 3. Dụng cụ đo tốc độ chuyển động của không khí

Dụng cụ đo tốc độ chuyển động của không khí thường được gọi là phong tốc kế hay anemometr và có hai loại chính sau đây:

#### 3.1. Anemometr cánh quạt (h.6-30)



Hình 6-30. Anemometr:

1- cánh quạt; 2- trục quạt; 3- vỏ quạt; 4- cơ cầu đếm;  
5- mặt số; 6, 7- các nút bấm điều chỉnh.

Dùng để đo tốc độ không khí trong khoảng 0,2 – 5m/s có sai số đo phụ thuộc tốc độ chuyển động của không khí và được xác định như sau:

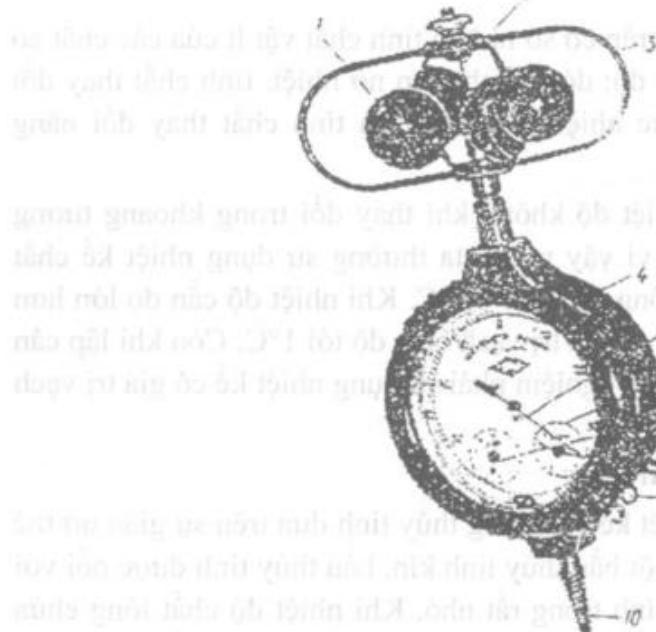
$$\Delta \omega = \pm (0,06\omega + 0,1),$$

với  $\omega$  - tốc độ trung bình của dòng không khí, m/s.

Nguyên lý làm việc của dụng cụ này là dưới tác động của dòng không khí chuyển động, cánh quạt 1 sẽ quay với tần số phụ thuộc tốc độ dòng. Số vòng quay được đo bằng cơ cầu đếm 4 có ba kim chỉ thị. Căn cứ vào chỉ số của các kim này và đồng hồ bấm giây, người ta xác định được tốc độ trung bình của dòng không khí.

#### 3.2. Anemometr cánh cốc (h.6-31)

Dùng để đo tốc độ trung bình của dòng không khí trong khoảng 1 – 20 m/s. Sai số đo phụ thuộc vào tốc độ trung bình và được xác định như sau:



Hình 6-31. Anemomet:

1- cánh cốc; 2- trục quay; 3- đai bảo vệ; 4- thân; 5, 6, 7- các kim;

8, 9- các nút bấm điều chỉnh; 10- vít nối phụ.

$$\omega = (0,06\varpi + 0,3), \text{ m/s.}$$

Nguyên lý làm việc tương tự như loại cánh quạt, chỉ khác về cấu tạo là bộ phận cánh quạt được thay thế bằng hệ thống bốn cánh quay có dạng bán cầu.

Ngoài ra, người ta còn sử dụng một số dụng cụ đặc biệt như:

- **Nhiệt tốc kế:** dùng để đo tốc độ dòng không khí và nhiệt độ của dòng. Tùy theo kiểu dụng cụ mà có thể đo được tốc độ dòng trong khoảng  $0,1 \div 5 \text{ m/s}$  hoặc  $0,1 \div 10 \text{ m/s}$ , còn khoảng đo nhiệt độ là từ  $0 \div 50^\circ\text{C}$ . sai số đo nhiệt độ không lớn hơn 1%. Các dụng cụ đo thường sử dụng điện 220V hoặc pin. Nguyên lý làm việc của nhiệt tốc kế là đo độ suy giảm nhiệt độ của bộ phận cảm biến khi có dòng không khí thổi qua;

- **Điện tốc kế:** dùng để chỉ thị tốc độ dòng không khí tức thời trong khoảng  $0,1 \div 5 \text{ m/s}$ , có bộ phận đo tốc độ kiểu cánh quạt. Để tăng độ nhạy và chỉ thị trực tiếp trị số tốc độ dòng không khí, bộ đếm số vòng quay của cánh quạt được thay thế bằng sơ đồ đo điện tử xác định tần số quay của cánh.

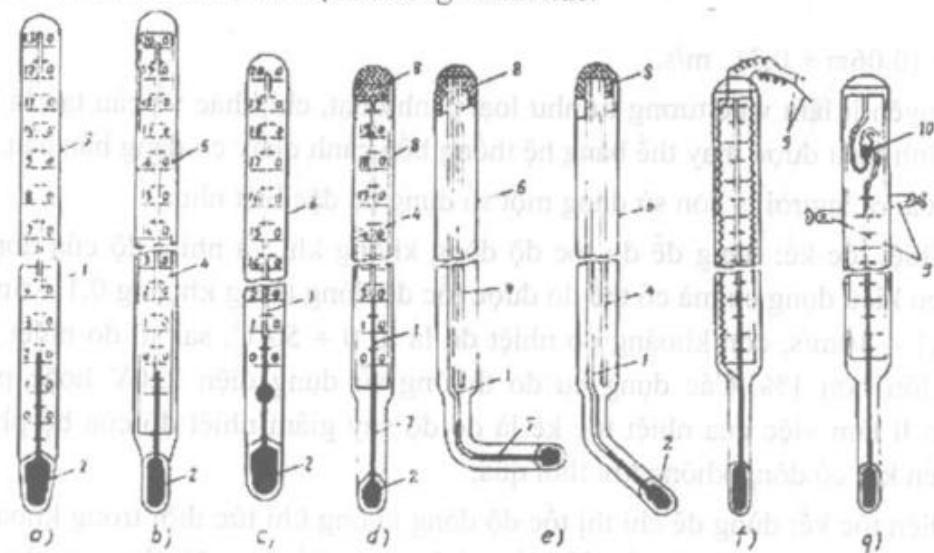
#### 4. Dụng cụ đo nhiệt độ

Nguyên lý đo nhiệt độ dựa trên cơ sở những tính chất vật lí của các chất có liên quan đến sự thay đổi nhiệt độ: đó là tính giãn nở nhiệt, tính chất thay đổi điện trở, tính chất thay đổi sức nhiệt điện động và tính chất thay đổi năng lượng bức xạ, ...

Trong lĩnh vực ĐHKK, nhiệt độ không khí thay đổi trong khoang tương đối hẹp: từ  $-40^{\circ}\text{C}$  đến  $+60^{\circ}\text{C}$ , vì vậy người ta thường sử dụng nhiệt kế chất lỏng có giá trị vạch chia độ không lớn hơn  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Khi nhiệt độ cần đo lớn hơn  $60^{\circ}\text{C}$  người ta sử dụng nhiệt kế có giá trị vạch chia độ tới  $1^{\circ}\text{C}$ . Còn khi lập cân bằng nhiệt ấm và nghiên cứu thực nghiệm phải sử dụng nhiệt kế có giá trị vạch chia độ không lớn hơn  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

##### 4.1. Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng

Nguyên lý làm việc của nhiệt kế chất lỏng thủy tinh dựa trên sự giãn nở thể tích của chất lỏng chứa trong một bầu thủy tinh kín, bầu thủy tinh được nối với một ống mao quản có đường kính trong rất nhỏ. Khi nhiệt độ chất lỏng chứa trong bầu nhiệt thay đổi, thể tích chất lỏng cũng thay đổi và cột chất lỏng trong ống mao quản sẽ tăng lên hoặc giảm xuống. Chiều cao của cột chất lỏng trong ống mao quản đánh giá trị số nhiệt độ cần đo. Đường kính ống mao quản càng nhỏ so với bầu chứa thì nhiệt kế càng chính xác.



Hình 6-32. Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng:

1- ống mao quản; 2- bầu nhiệt; 3- thang chia độ liền; 4, 5- thang chia độ rời; 6- vỏ ngoài; 7- ống mao quản nối dài; 8- nắp đậy; 9- đầu nối tiếp điểm; 10- bình giãn nở thủy ngân.

## 4.2. Nhiệt kế điện tử

Hình 6-33 giới thiệu hình dạng bên ngoài của một loại nhiệt kế điện tử.

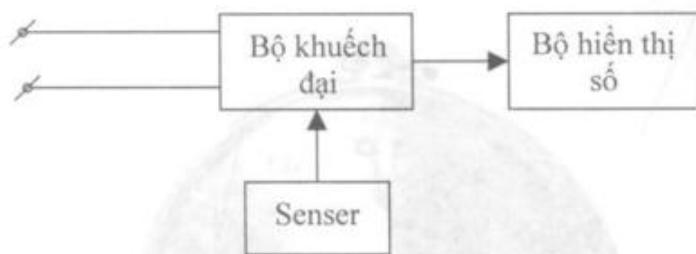
Hình 6-34 giới thiệu nguyên lý làm việc của nhiệt kế điện tử: tín hiệu nhiệt độ được cảm nhận nhờ đầu đo (senser) đưa về bộ khuếch đại và đưa tới bộ hiển thị số (thường là màn hình tinh thể lỏng). Nguồn điện cấp cho đồng hồ thường là nguồn xoay chiều một pha 220V – 50Hz.

Nhiệt kế điện tử có độ nhạy cao, độ chính xác cao, đo được nhiệt độ từ xa nhờ cảm biến di động được, và dài đo nhiệt độ lớn, ví dụ loại Fox – 2002 của Nam Triều Tiên có dài đo nhiệt độ từ -55°C đến 99,9°C. Ngoài ra trong nhiệt kế điện tử người ta còn tích hợp thêm một số chức năng khác như: báo hiệu nhiệt độ cao, báo hiệu cháy ...

Hiện nay các nhiệt kế điện tử được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật đo lường và điều khiển.



Hình 6-33. Hình dạng bên ngoài của nhiệt kế điện tử FOX-2002.



Hình 6-34. Nguyên lý làm việc của nhiệt kế điện tử.

## 5. Dụng cụ đo độ ẩm

### 5.1. Ẩm kế khô - ướt

Một phương pháp đo độ ẩm của không khí được sử dụng phổ biến nhất trong kỹ thuật ĐHKK là phương pháp ẩm kế khô - ướt. Phương pháp này dựa trên cơ sở đo nhiệt độ bằng hai nhiệt kế: nhiệt kế "khô" (nhiệt kế bình thường) và nhiệt kế "ướt" (có bầu nhiệt được bọc vài bông mòng nhúng vào nước cất).

Nhiệt kế ướt sẽ ở trạng thái cân bằng nhiệt động với môi trường xung quanh. Do sự bốc hơi ẩm từ bề mặt của bầu nhiệt của nhiệt kế ướt mà nhiệt độ không khí ở lớp biên của nó sẽ giảm hơn trong ống, vì vậy nhiệt kế có số chi thấp hơn so với nhiệt kế khô. Hiệu chỉ số của 2 nhiệt kế khô và ướt gọi là hiệu số ẩm độ và đánh giá độ ẩm tương đối của không khí. Sự bốc hơi nước từ bề mặt của bầu nhiệt càng mạnh nếu độ ẩm tương đối càng thấp và như vậy hiệu chỉ số của 2 nhiệt kế khô - ướt sẽ phụ thuộc vào giá trị của độ ẩm tương đối. Trên hình 6 – 35 mô tả hình dạng bên ngoài của một loại ẩm kế khô - ướt. Ẩm kế khô - ướt có giá trị đo chính xác khi tốc độ không khí lớn hơn 2m/s.

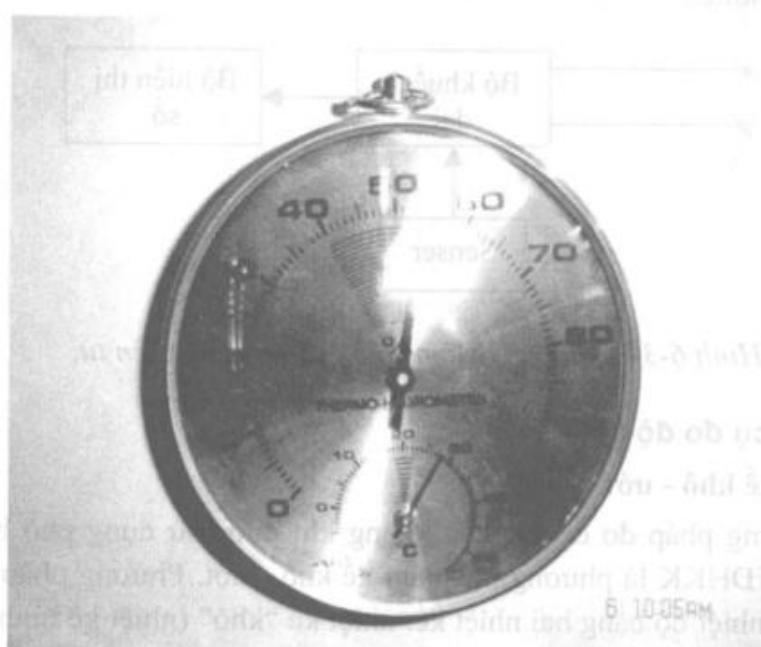
## 5.2. Ẩm kế cơ khí

Hình 6 – 36 mô tả hình dạng bên ngoài của một loại ẩm kế cơ khí. Bao gồm vỏ, bảng chia độ và kim chỉ thị, ngoài ra người ta còn ghép thêm một nhiệt kế cơ khí có bảng chia độ kích thước nhỏ hơn trên cùng một mặt với ẩm kế, để đo nhiệt độ.



Hình 6-35.

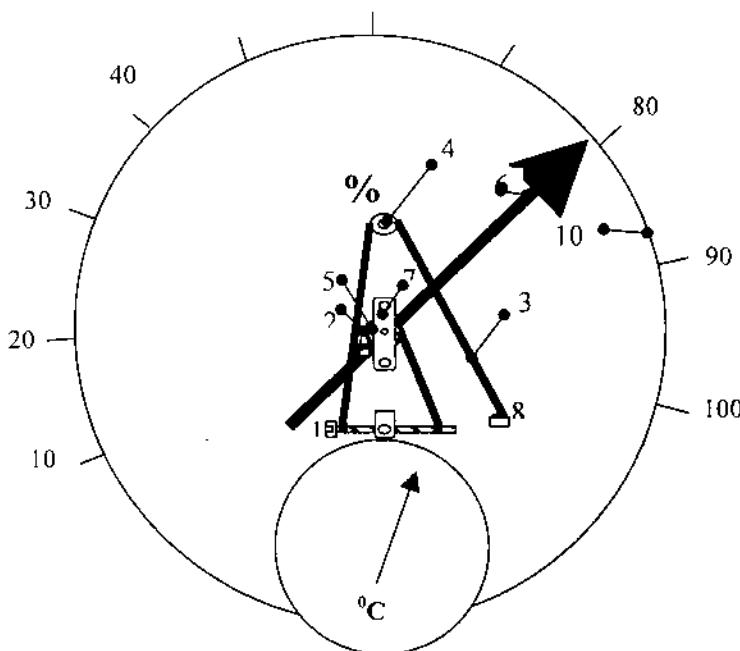
Ẩm kế khô ướt



Hình 6-36. Hình dạng bên ngoài của ẩm kế cơ khí.

Nguyên lý cấu tạo của ấm kế cơ khí được mô tả trên hình 6 – 37. Ẩm kế có bộ phận quan trọng nhất là dây cảm biến độ ẩm (3). Dây được chế tạo từ loại vật liệu rất nhạy cảm đối với độ ẩm. Khi độ ẩm cao thì dây giãn ra (làm lệch kim chỉ thị) và ngược lại. Khi dây cảm biến căng hoặc trùng sẽ thẳng hoặc không thẳng sức căng của lò xo (2), dẫn đến kim chỉ thị quay đi một góc nhất định trên mặt chia độ. Nhờ vậy mà xác định được độ ẩm tương đối của không khí theo quan hệ tuyến tính sau: độ ẩm của không khí tỉ lệ với sức căng của dây cảm biến, đồng thời tỉ lệ với góc quay ( $\alpha$ ) của kim chỉ thị.

Hiện nay ấm kế cơ khí được sử dụng tương đối phổ biến vì nó dễ sử dụng mặc dù độ chính xác của nó không cao so với ấm kế khô - ướt hoặc ấm kế điện tử.



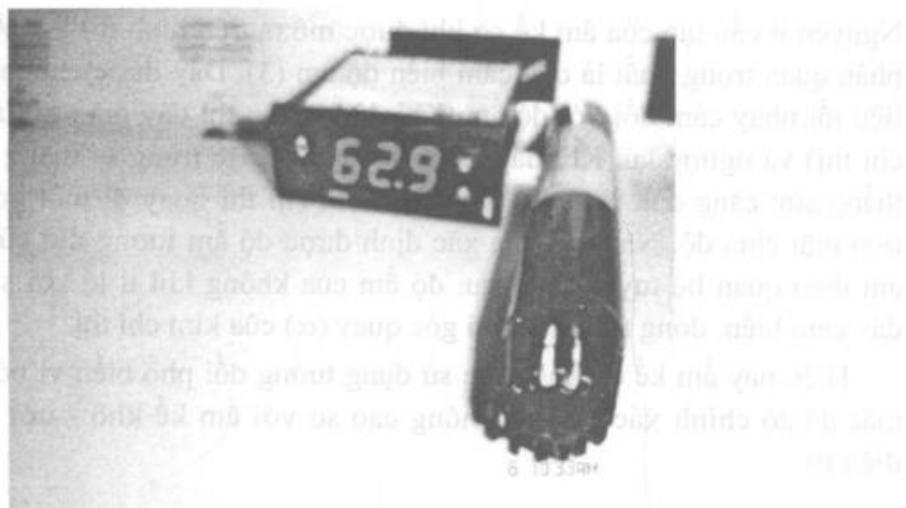
Hình 6-37. Nguyên lý cấu tạo của ấm kế cơ khí.

1. vít điều chỉnh; 2. lò xo; 3. dây cảm biến; 4. bánh xe; 5. bánh xe có gân kim; 6. kim; 7. bảng chia độ; 8. vít điều chỉnh; 9. dây đai; 10. ô đỡ xoay.

### 5.3. Ẩm kế điện tử

Hình 6 - 38 mô tả hình dạng bên ngoài của một loại ấm kế điện tử. Bao gồm: vỏ, mặt hiện số, đầu đo (senser).

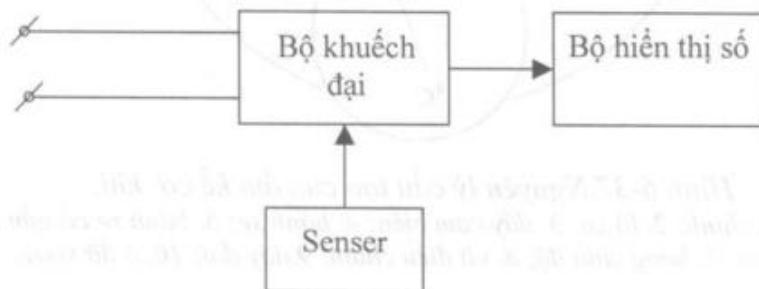
Hình 6 - 39 giới thiệu nguyên lý làm việc của ấm kế điện tử.



Hình 6-38. Hình dạng bên ngoài của ấm kế điện tử.

Tín hiệu độ ẩm được senser cảm nhận đưa về bộ khuếch đại tín hiệu rồi đưa đến màn hình hiển thị số. Nguồn điện cấp cho ẩm kế là nguồn điện 1 pha 220V – 50 Hz.

Âm kế điện tử có ưu việt lớn vì nó có độ nhạy cao, độ chính xác cao và đặc biệt có thể đo độ ẩm được từ xa nhờ đầu cảm biến di động được. Nó được dùng phổ biến trong kĩ thuật đo lường và điều khiển.



Hình 6-39. Nguyên lý làm việc của ảm kế điện tử.

## Câu hỏi và bài tập

1. Hãy trình bày nguyên lý làm việc của các sơ đồ cung cấp nhiệt cho bộ sấy không khí trong hệ thống ĐHKK?
2. Hãy trình bày nguyên lý làm việc của các sơ đồ cung cấp nguồn lạnh cho hệ thống ĐHKK?
3. Hãy trình bày mục đích của việc điều khiển tự động hệ thống ĐHKK?
4. Hãy trình bày cấu trúc của một hệ thống điều khiển?
5. Hãy nêu cách phân loại và đặc điểm của các loại sơ đồ hệ thống điều khiển?
6. Hãy trình bày cách kiểu điều khiển dùng trong hệ thống ĐHKK?
7. Hãy trình bày các phương pháp điều khiển thường dùng trong hệ thống ĐHKK?
8. Hãy trình bày nguyên lý cấu tạo, phạm vi ứng dụng của các loại dụng cụ đo dùng trong kỹ thuật ĐHKK?

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **“Hệ thống điều hòa không khí và thông gió”**, Bùi Hải, Hà Mạnh Thư, Vũ Xuân Hùng Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
2. **“Tự động điều khiển trong hệ thống điều hòa không khí”**, Bùi Hải. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
3. **“Kỹ thuật lạnh cơ sở”**, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
4. **“Máy và thiết bị lạnh”**, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
5. **“Kỹ thuật lạnh ứng dụng”**, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
6. **“Hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hòa không khí”**, Nguyễn Đức Lợi, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003
7. **“Tự động hóa hệ thống lạnh”**, Nguyễn Đức Lợi, Nhà xuất bản Giáo dục, 2000.
8. **“Tính toán và thiết kế hệ thống sấy”**, Trần Văn Phú, Nhà xuất bản Giáo dục, 2001.
9. **“Điều tiết không khí”**, Hà Đăng Trung, Nguyễn Quân, Nhà xuất bản và Khoa học Kỹ thuật, 1997.
10. **“Kỹ thuật điều hòa không khí”**, Lê Chí Hiệp, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
11. **“Bơm quạt máy nén”** Nguyễn Văn May, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1995.

## MỤC LỤC

- <i>Lời giới thiệu</i> .....	3
- <i>Lời nói đầu</i> .....	5
- <i>Bài mở đầu</i> .....	7
<b><i>Chương 1. NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ KHÔNG KHÍ VÀ CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ</i></b>	
I. Những tính chất nhiệt động và các đồ thị trạng thái của không khí ẩm .....	9
II. Ảnh hưởng của môi trường không khí đến con người và sản xuất .....	14
III. Khái niệm về điều hòa không khí và các thông số tính toán của hệ thống điều hòa không khí .....	21
IV. Các hệ thống điều hòa không khí .....	28
<b><i>Chương 2. CÂN BẰNG NHIỆT ẨM TRONG PHÒNG VÀ CÁC QUÁ TRÌNH, PHƯƠNG PHÁP, THIẾT BỊ XỬ LÝ NHIỆT ẨM CHO KHÔNG KHÍ</i></b>	
I. Đại cương về tính toán cân bằng nhiệt, ẩm .....	36
II. Tính toán cân bằng nhiệt ẩm bằng phương pháp Carrier .....	39
III. Các quá trình xử lý không khí ẩm trên đồ thị t-d .....	79
IV. Các phương pháp và thiết bị xử lý nhiệt ẩm của không khí .....	83
<b><i>Chương 3. THÀNH LẬP VÀ TÍNH TOÁN CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ</i></b>	
I. Khái niệm chung và sơ đồ điều hòa không khí không tuần hoàn .....	93
II. Sơ đồ điều hòa không khí tuần hoàn một cấp .....	117
III. Sơ đồ điều hòa không khí tuần hoàn hai cấp .....	122
IV. Sơ đồ điều hòa không khí có phun ẩm bổ sung .....	126
<b><i>Chương 4. TÍNH CHỌN MÁY VÀ THIẾT BỊ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ</i></b>	
I. Khái niệm chung .....	130

II. Tính chọn máy điều hoà không khí cục bộ .....	133
III. Tính chọn máy điều hoà không khí kiểu tổ hợp .....	149
IV. Tính chọn máy điều hoà không khí kiểu đặc chủng .....	165
V. Tính chọn máy điều hoà không khí xử lý nước tập trung .....	179
VI. Tính chọn máy điều hoà không khí kiểu xử lý không khí tập trung .....	222

***Chương 5. TRAO ĐỔI KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ VÀ TÍNH TOÁN  
THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ,  
DẪN NƯỚC***

I. Khái niệm chung .....	228
II. Tổ chức trao đổi không khí trong phòng .....	230
III. Kết cấu đường ống dẫn không khí và các miệng thổi .....	235
IV. Tính toán thiết kế đường ống dẫn không khí .....	249
V. Tính toán thiết kế đường ống dẫn nước .....	274
VI. Tính chọn quạt gió và bơm nước .....	294

***Chương 6. CUNG CẤP NĂNG LƯỢNG VÀ ĐIỀU KHIỂN, ĐO LƯỜNG HỆ  
THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ***

I. Cung cấp nhiệt cho các thiết bị sấy của hệ thống điều hoà không khí .....	321
II. Cung cấp nguồn lạnh cho hệ thống điều hoà không khí .....	324
III. Khái niệm về hệ thống điều khiển .....	329
IV. Sơ đồ hệ thống điều khiển .....	332
V. Các kiểu điều khiển .....	333
VI. Các phương pháp điều khiển .....	340
VII. Dụng cụ đo lường dùng trong kỹ thuật điều hoà không khí .....	350
- Tài liệu tham khảo .....	362

**BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2006**  
**KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH**

1. LÝ THUYẾT MẠNG VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU HÀNH MẠNG
2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH
3. THỰC HÀNH BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
4. THỰC HÀNH SỬA CHỮA MÁY LẠNH
5. ĐỒNG BỘ VÀ BÁO HIỆU TRONG MẠNG VIỄN THÔNG
6. TỔ CHỨC MẠNG VÀ DỊCH VỤ VIỄN THÔNG
7. THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI
8. NHIỆT KỸ THUẬT
9. MÀN HÌNH VÀ CARD ĐIỀU KHIỂN MÀN HÌNH
10. ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT LẠNH
11. THỰC HÀNH KỸ THUẬT SỐ
12. THỰC HÀNH ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
13. CẤU TRÚC MÁY TÍNH
14. LÝ THUYẾT BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
15. KỸ THUẬT VI XỬ LÝ
16. KỸ THUẬT SỐ VÀ MẠCH LOGIC
17. KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG
18. THỰC HÀNH LINUX
19. THỰC HÀNH MẠNG
20. KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ
21. THỰC HÀNH GIA CÔNG LẮP ĐẶT ĐƯỜNG ỐNG
22. MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH
23. THỰC HÀNH MÀN HÌNH MÁY TÍNH
24. THỰC HÀNH VIỄN THÔNG CHUYÊN NGÀNH

GT KT điều hòa không khí



1011080000109

49,000



Giá: 49.000đ