



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 - TỐNG 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

In 1.375 cuốn, khổ 17x24cm tại Công ty Cổ phần in Cầu Giấy. Quyết định xuất bản số: 154 - 2006/CXB/590GT - 15/HN. In xong và nộp lưu chiểu quý III/2006.

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 THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS 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 đông đảo 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

Trong 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 GIẢ

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_2 (chiếm 75,5% khối lượng) và O_2 (23,1%), ngoài ra còn một lượng nhỏ các khí trơ, CO_2 , 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

tường 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, atm (at), độ cao cột chất lỏng (mmHg, mmH₂O,...), 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 ρ , đơn vị là kg/m^3 , là khối lượng của một đơn vị thể tích không khí. Mật độ ρ 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 $\rho_0 = 1,2$ kg/m^3 ở điều kiện nhiệt độ 20 °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 °C) mà ít dùng thang nhiệt độ tuyệt đối (ký hiệu là T, đơn vị là K). Trong hệ đo lường Anh (Mỹ) thường dùng thang nhiệt độ Fahrenheit (đơn vị là °F). Có thể sử dụng công thức chuyển đổi từ T và t °F sang t °C 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°F sang t°C $\approx (70 - 32).5/9 \approx 21,1^\circ\text{C}$.

Vậy nhiệt độ 70°F tương đương với 21,1°C.

1.4. Độ ẩm tương đối

Độ ẩm tương đối (ký hiệu là ϕ) được tính bằng tỷ số giữa độ ẩm tuyệt đối ρ_h với độ ẩm tuyệt đối cực đại $\rho_{h,max}$ 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 hoà của hơi nước ở cùng trạng thái.

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

Không khí có $\varphi < 100\%$ (hoặc nhỏ hơn 1) được gọi là không khí ẩm chưa bão hoà (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 hoà (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 t ($^{\circ}\text{C}$), với dung ẩm d (kg/kg) có thể xác định entanpi của không khí ẩm theo công thức:

$$I = c_{p,k} \cdot t + d(r_0 + c_{p,h} \cdot t), \quad (1-5)$$

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°C);

$r_0 = 2500 \text{ kJ/kg}$ - nhiệt hoá hơi của nước ở 0°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 hoà. 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 hoà ($\varphi = 1$) ở dung ẩm d đã cho. Nói cách khác, nhiệt độ điểm sương t_s cũng là nhiệt độ bão hoà 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 hoà ($\varphi < 1$) 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_w nào đấy, được gọi là nhiệt độ nhiệt kế ướt t_w (vì thường dùng nhiệt kế có bầu ướt để xác định).

Như vậy, nhiệt độ nhiệt kế ướt t_w là nhiệt độ ứng với trạng thái không khí ẩm bão hoà ($\varphi = 1$) 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°C sự sai lệch giữa nhiệt độ nhiệt kế ướt và nhiệt độ bay hơi đoạn nhiệt có thể bỏ qua).

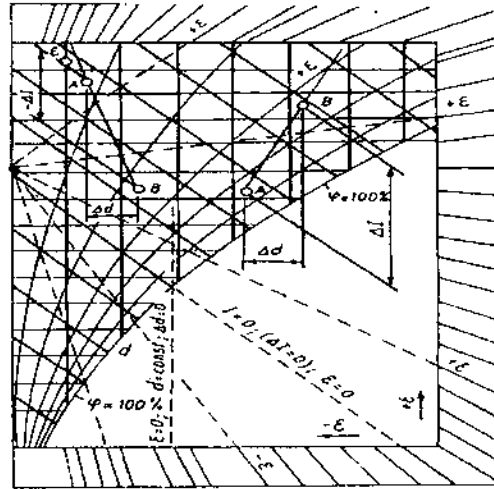
Từ đó cho thấy giữa t_w và I tồn tại quan hệ phụ thuộc.

Tóm lại trạng thái không khí được đặc trưng bởi các thông số p , ρ , t , φ , $d(t_w)$ và $I(t_w)$, trong đó hai thông số p và ρ 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 , φ , 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 ẩm

2.1. Đồ thị I - d (hoặc h - d)

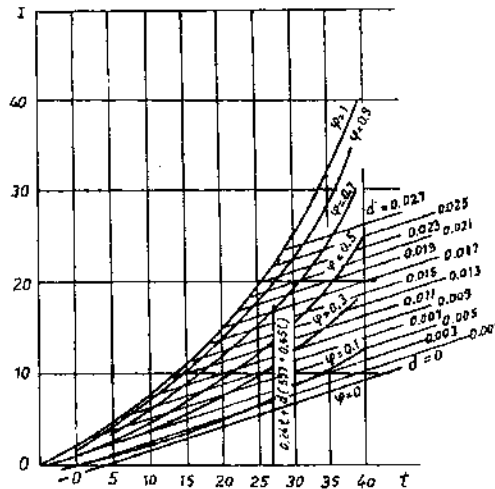
Đồ thị I - d (hình 1.1) biểu diễn các trạng thái của không khí ẩm chưa bão hòa với hai trục I và d hợp với nhau 1 góc 135° lấy φ và t làm tham số. Các đường $\varphi = \text{const}$ là các đường cong còn họ các đường $t = \text{const}$ là các đường thẳng song song với nhau và nghiêng với trục I. Ngoài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



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

2.2. Đồ thị I - t

Đồ thị I-t (h.1.2) biểu diễn các trạng thái của không khí ẩm chưa bão hòa với hai trục I và t vuông góc nhau, lấy φ 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.

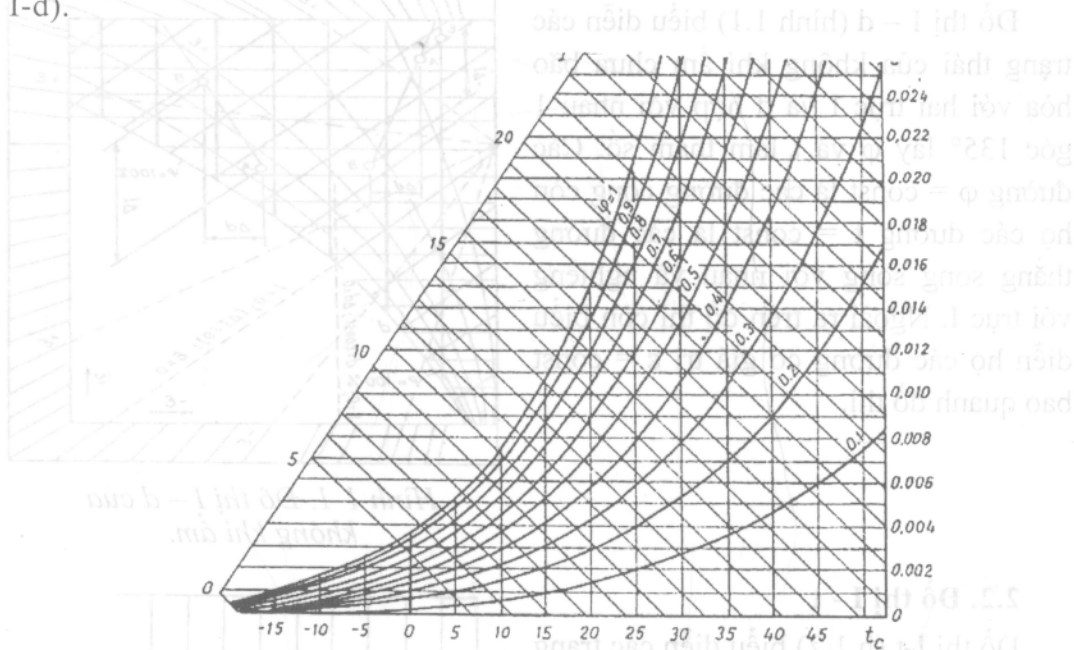


Hình 1-2. Đồ thị I - t của không khí ẩm.

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° 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 φ , tốc độ lưu chuyển của không khí ω_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°C) và luôn trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới hai hình thức: truyền nhiệt và toả ẩm.

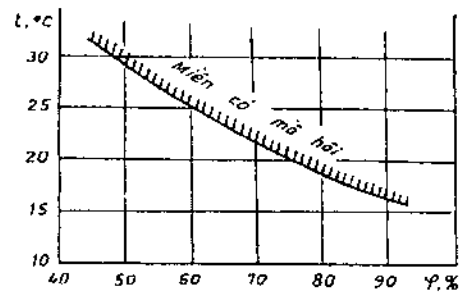
Truyền nhiệt đối lưu và bức xạ từ bề mặt da (nhiệt độ khoảng 36°C) hoặc chỉ bằng dẫn nhiệt qua lớp quần áo được diễn ra khi có chênh lệch nhiệt độ

giữa môi trường và bề mặt da. Khi nhiệt độ môi trường nhỏ hơn 36°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°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°C thì cơ thể vẫn phải thải nhiệt vào môi trường bằng hình thức toả ẩm (thở, bay hơi mồ hôi,...). Cơ thể đổ 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 ϕ

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



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

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.

Để thấy được vai trò của độ ẩm φ có thể tham khảo ở bảng dưới đây tỉ lệ giữa lượng nhiệt cơ thể thải được bằng bay hơi nước (nhiệt ẩn) 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 ω_k

Khi tăng tốc độ chuyển động của không khí (ω_k) sẽ làm tăng cường sự toả nhiệt và cường độ toả chất. Do đó về mùa đông, khi ω_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 φ lớn thì ω_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 tùy thuộc nhiệt độ không khí. Nếu ω_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	ω_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:

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

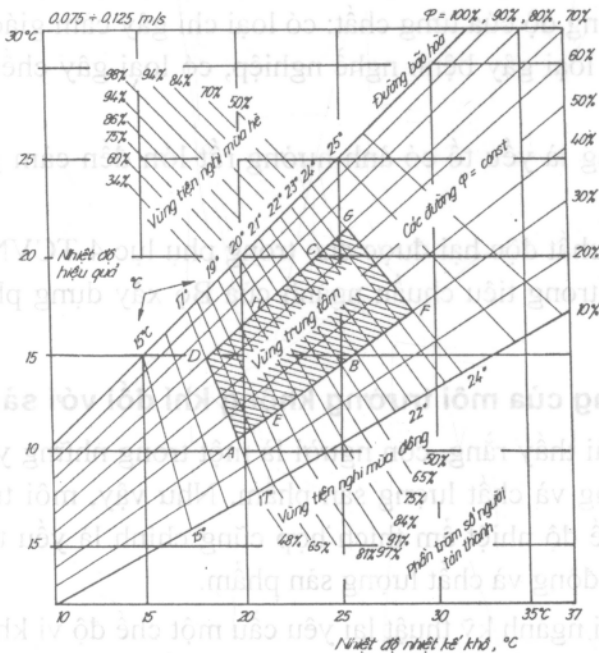
trong đó t_k - nhiệt độ nhiệt kế khô, °C;

t_u - nhiệt độ nhiệt kế ướt, °C;

ω_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 ϕ 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°F đến 71°F (tức 17,2°C đến 21,7°C) và mùa hè t_{hq} từ 66°F đến 75°F (tức 19°C đến 24°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°C (82,5°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 thoả mãn sở thích của 70% số khách?



Hình 1-5. Đồ thị miền tiện nghi

Trên đồ thị, theo đường nhiệt độ bầu khô $82,5^{\circ}\text{F}$ gặp đường $\varphi = 70\%$ tại điểm nằm ngoài miền tiện nghi, như vậy là chọn chưa hợp lý. Nếu nhiệt độ 28°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 , φ , ω_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 ĐHKK:

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

Khí CO_2 và hơi nước tuy không có độc tính nhưng nồng độ lớn sẽ làm giảm lượng 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 tùy 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 thải nhiệt, thải

CO₂ và hơi nước, có khí cả bụi và chất độc hoá 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 °C, kẹo cao su: 20°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 ÷ 22°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°C, mà cũng không cao quá 32°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 φ*: 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 φ 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 φ lớn quá cũng làm môi trường dễ phát sinh nấm mốc. Độ ẩm φ lớn quá 50 ÷ 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.

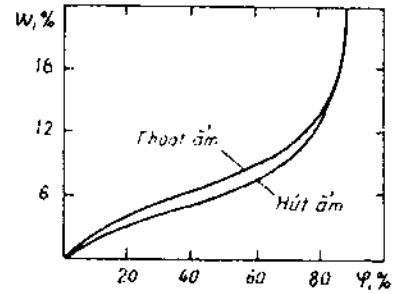
d) *Tốc độ không khí ω_k*: đối với sản xuất chủ yếu liên quan đến tiết kiệm năng lượng quạt gió. Tốc độ lớn quá mức cần thiết ngoài việc gây cảm giác khó chịu với người còn làm tăng tiêu hao công suất động cơ kéo quạt. Riêng đối với một số ngành sản xuất, không cho phép tốc độ ở vùng làm việc lớn quá, 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 φ 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 φ 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 thủy phân của vật liệu tức là tăng trọng. Quan hệ giữa thủy phân $W(\%)$ và độ ẩm không khí $\varphi(\%)$ (h.1- 6) cho thấy: thủy phân W tăng khi độ ẩm φ tăng.

Ngược với quá trình hút ẩm là quá trình thoát ẩm: thủy phân W giảm khi giảm độ ẩm, nhưng ở cùng nhiệt độ, thủy phân khi hút ẩm và khi thoát ẩm không giống nhau. Ví dụ để có thủy phân $W = 6\%$ 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.



Hình 1-6. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa W và φ

b) *Tính năng vật li*: 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 bề 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.

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; xệ cúi; khó làm sạch bụi	Xù lông do tĩnh điện
Xe sợi	Sợi dính vào suốt	Sợi giòn khó se; xù lông, bay bông
Đánh 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, xoắn. Khi nhiệt độ cao quá, lớp sáp mỏng này bị chảy 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 $20 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

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 (bằng thông gió hoặc điều hoà không khí).

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

1. Điều hoà không khí

Điều hoà không khí (ĐHKK) 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 thái nhiệt, thái ẩm của các đối tượng trong phòng.

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

Các hệ thống ĐHKK 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 ĐHKK 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 tiểu;

– 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 (rạp 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 kiểu tập trung, kiểu phân tán, kiểu cục bộ. Cũng có khi người ta phân biệt hệ thống ĐHKK kiểu hở (không có tuần hoàn không khí) và kiểu 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 ĐHKK 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 φ_T .

Các thông số t_T , φ_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 về kinh tế.

a) Đối với hệ thống ĐHKK dùng cho nơi công cộng (rạp hát, hội trường, rạp chiếu phim, thư viện, ...) thì chọn t_T , φ_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 , φ_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 đệm (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 φ_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°C, nhiệt độ t_T chọn 28 ÷ 30°C, nhưng không quá 30°C;

Khi nhiệt độ mùa nóng nhỏ hơn 36°C , nhiệt độ t_T 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 lắm để tiết kiệm năng lượng sưởi ấm. Có thể chọn $t_T = 22 \div 24^{\circ}\text{C}$, $\varphi_T = 40 \div 70\%$. Có thể tham khảo đồ thị miền tiện nghi (h.1.8) để chọn trị số t_T , φ_T cho hợp lý (chú ý, không chọn trị số φ_T 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 ẩm thích hợp thì trị số t_T , φ_T được chọn theo yêu cầu công nghệ, còn điều kiện tiện nghi cho đề tham khảo. Các thông số t_T , φ_T 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, $t_{\max} = 41,6^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{tbmax}} = 32,8^{\circ}\text{C}$; $t_{\min} = 3,1^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{tbmin}} = 13,8^{\circ}\text{C}$;
 $\varphi(t_{\text{tbmax}}) = 83\%$ 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 hoà nói trên, chỉ khác là trị số t_{tbmin} và các trị số φ đều quy định chọn theo nhiệt độ lúc 13 – 15 giờ (cũng tức là lúc φ 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:

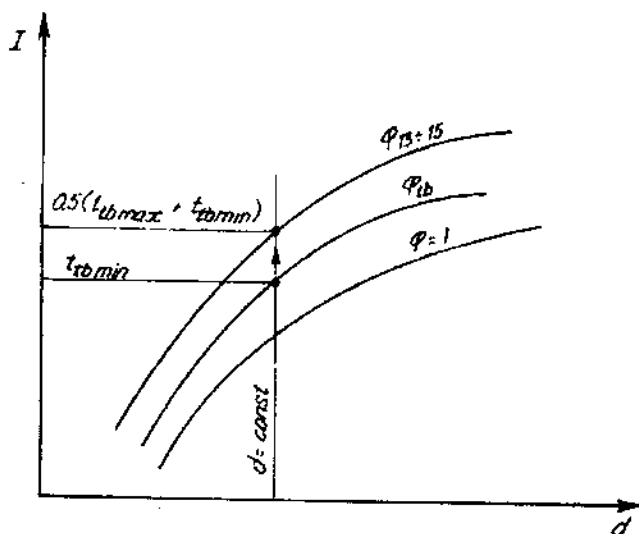
Xác định t_{tbmax} theo bảng N2, t_{tbmin} theo bảng N3 và độ ẩm trung bình φ_{tb} của tháng tính toán (mùa hè hoặc mùa đông) của TCVN 4088 – 85.

Xác định giao điểm A của t_{tbmin} và φ_{tb} .

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

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 φ_{13-15} tính toán theo chỉ dẫn của TCVN 5687 – 1992.

TT	Địa phương	Nhiệt độ trung bình cả năm $t_{tb}, ^\circ\text{C}$	Mùa nóng				Mùa lạnh			
			$t_{tbmax}, ^\circ\text{C}$	$t_{max}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{tb}, \%$	$\varphi_{13-15}, \%$	$t_{tbmax}, ^\circ\text{C}$	$t_{max}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{tb}, \%$	$\varphi_{13-15}, \%$
(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	Phủ 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	Đông 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	Mĩ 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 $\varphi_N, \%$	Nhiệt độ $t_N, ^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\varphi_N, \%$
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 $\varphi_N, \%$	Nhiệt độ $t_N, ^\circ\text{C}$	Độ ẩm $\varphi_N, \%$
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 đo lường - điều chỉnh, khống chế tự động.

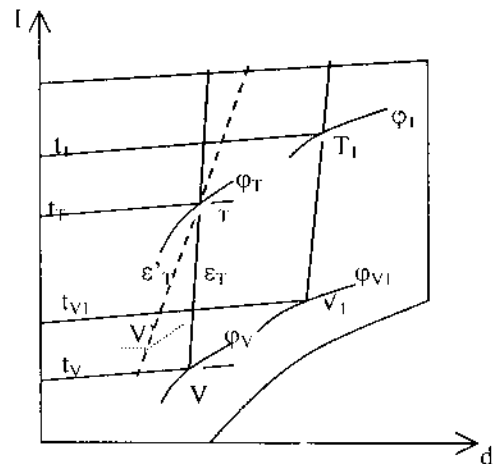
1.1. Khâu xử lí không khí

Khâu này tạo ra chế độ nhiệt ẩm của không khí cho phù hợp với điều kiện tính toán, đồng thời bảo 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 ε_T (ε_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 ε_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).



Hình 1-8:
Quá trình xử lí không khí trên đồ thị I-d

Nhưng nếu vị trí điểm thổi vào không còn là V, mà biến thành điểm V_1 trong khi ε_T vẫn như cũ thì vị trí điểm 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 điểm 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 thái nhiệt, thái ẩm: (nghĩa là thay đổi trị số ε_T) thì bằng cách thay đổi vị trí điểm thổi vào cũng có thể đạt được trạng thái trong phòng (trên hình 1-8. trạng thái V' thay cho V khi ε'_T thay cho ε_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, khống 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 khống chế, điều khiển tự động bao gồm các bộ phận cảm biến được nối với các cơ cấu thừa 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 ĐHKK).

Tùy theo mức độ sai lệch cho phép mà các thiết bị đo lường, tự động điều chỉnh, khống 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 giảm xuống thấp hơn trị số định trước.

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

2. Các hệ thống điều hòa không khí

2.1. Hệ thống kiểu trung tâm

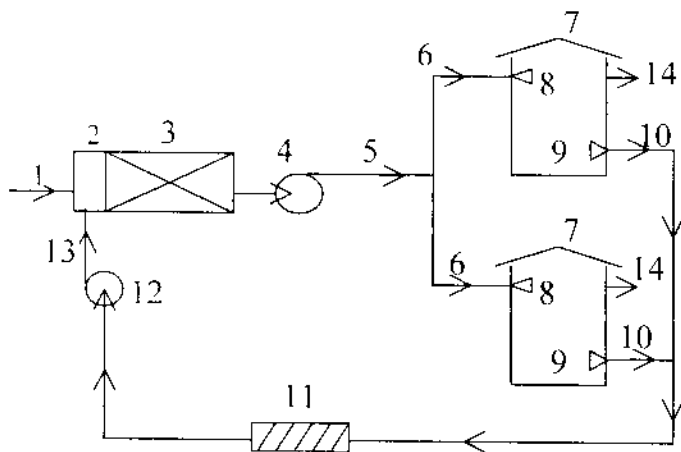
2.1.1. Kiểu xử lý không khí trung tâm

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 ẩm 3 (bộ phận chính của buồng điều không). Không khí sau khi được xử lý nhiệt ẩm đến trạng thái định trước sẽ được quạt cấp gió 4 vận chuyển theo đường ống dẫn gió chính 5 rồi chia đi các

đường 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, ẩm 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.



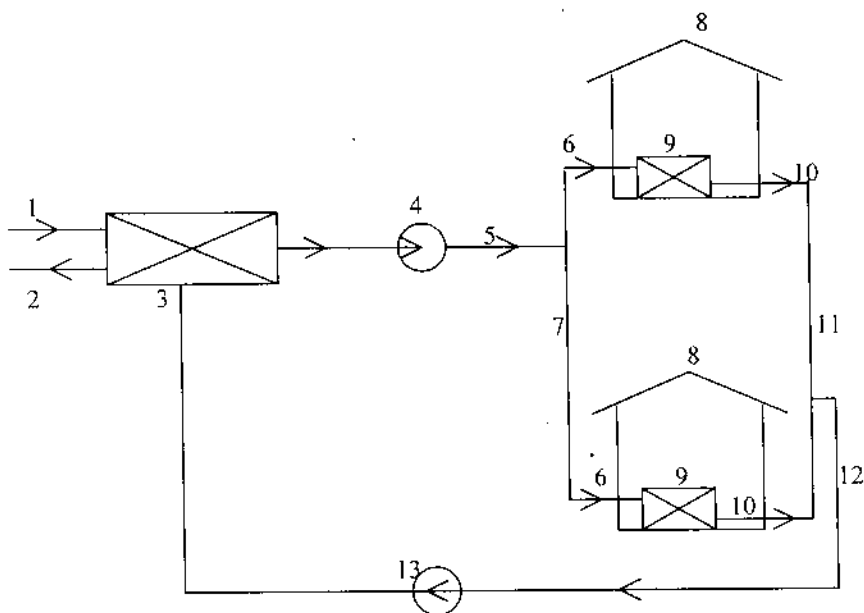
Hình 1-9. Sơ đồ DHKK kiểu xử lý không khí trung tâm

Với sơ đồ hờ, 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:

Môi 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 lý không khí hoặc xử lý 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 lý 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 trở lực lớn, tiêu phí nhiều điện năng dẫn động quạt, bơm và vật liệu làm ống dẫn:

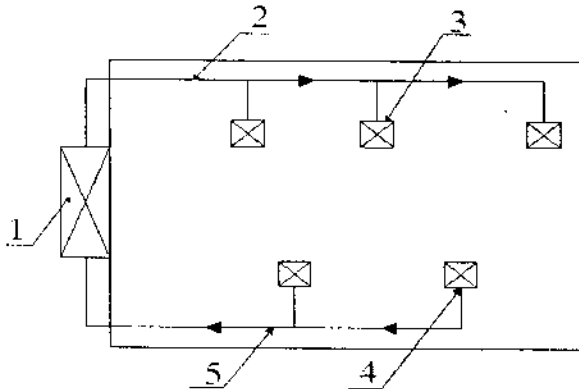
Đối với hệ thống ĐHKK xử lý không khí trung tâm, do đường ống gió nối thông với các gian điều hòa với nhau nên có nguy cơ lây lan hỏa hoạn khi một nơi bị cháy. Hoặc khi có sự cố máy lạnh trung tâm thì toàn bộ hệ thống ngừng hoạt động.

Hệ thống rất khó lắp đặt các thiết bị không chế, điều chỉnh tự động do các gian điều hòa có đặc điểm tải nhiệt, tải 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 lí của hệ thống (kín).



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

1- Máy ĐHKK kiểu tổ hợp; 2 - Đường ống gió cấp;

3 - Miệng thổi; 4 - Miệng hút; 5 - Đường ống hồi;

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 hoà 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, khống chế;
- Hệ thống ống dẫn ngắn, trở lực nhỏ cho phép sử dụng các quạt dọc trục 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).

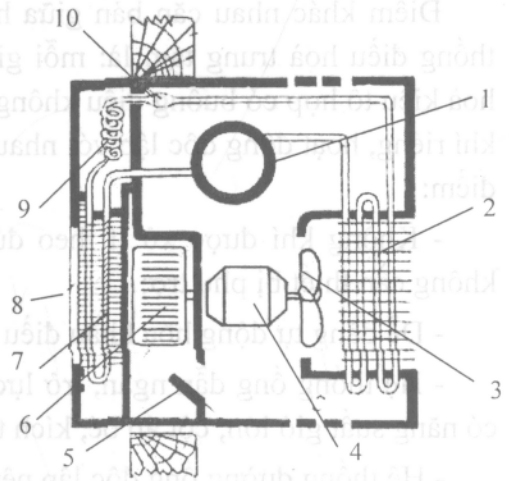
2.3. Máy ĐHKK kiểu đặc chủng

Máy ĐHKK kiểu đặc chủng 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 ô tô, điều hoà trên tàu hoả, điều hoà trên tàu thuỷ... 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 ĐHKK 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 hoà 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 ĐHKK 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 ĐHKK 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 âm 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 trục 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 lý 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 hoà 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 ε_T :

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

Đây 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:

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

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

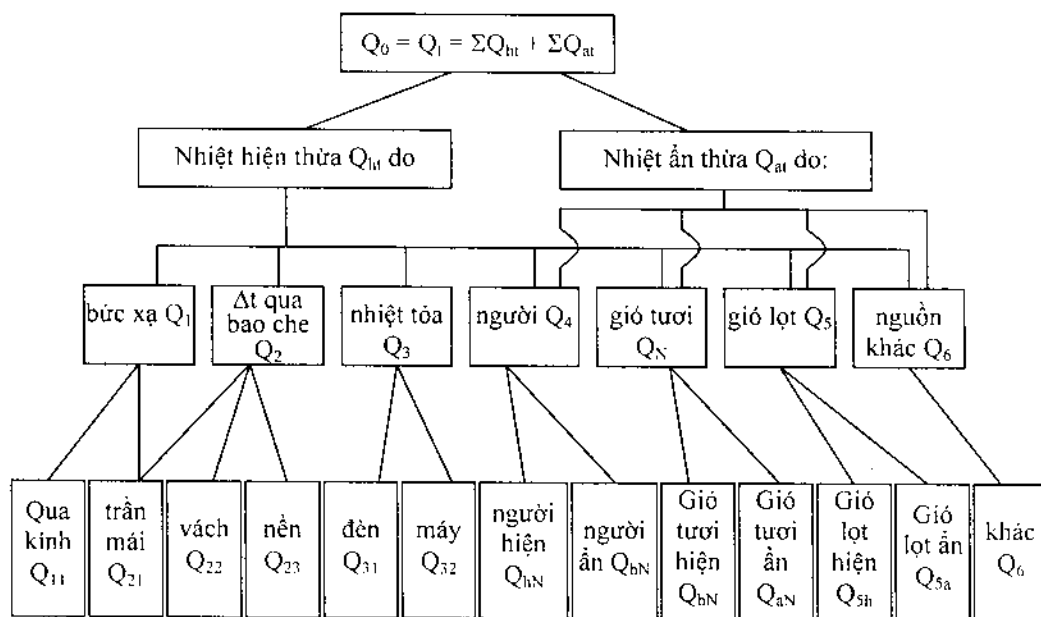
W_4 : Lượng ẩm do hơi nước nóng tỏa vào phòng.

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:

$$Q_o = Q_l = \Sigma Q_{ht} + \Sigma Q_{at} \quad W \quad (2-3)$$

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 tính theo Carrier.

Nhiệt tổn 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 tổn 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 (ẩm độ) 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 tổn thất 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 tổn thất 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 ĐHKK 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° 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:

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

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° , 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_{Tmax} 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 .

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

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

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

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

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

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

ε_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 phụ $\alpha = 6\%$, hệ số phản xạ $\rho = 8\%$, ứng với góc tới của tia phản xạ là 30° .

ε_r - hệ số mặt trời, kể đến ảnh hưởng 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 :

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

với:

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

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

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°		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	117
	Tây Nam	0	19	35	41	44	50	136	271	391	473	483	372
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
12	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
5 và 7	Tây Bắc	6	25	25	41	44	57	88	205	334	442	483	413
	mặt năm ngang	13	139	337	524	647	735	766	735	647	524	337	139
	Bắc	16	107	123	110	104	98	95	98	104	110	123	107
5 và 7	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
5 và 7	Tây Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	101	177	208	180
	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
4 và 8	mặt năm 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
4 và 8	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
4 và 8	Tây Bắc	3	22	35	41	44	44	44	107	237	350	410	356
	mặt năm ngang	6	120	331	527	672	763	789	763	672	527	331	120
	Bắc	3	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
3 và 9	Đông Bắc	3	281	325	252	142	54	44	44	44	41	35	19
	Đông	3	410	517	476	334	148	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	3	306	401	385	296	177	66	44	44	41	35	19
	Nam	3	19	41	60	76	85	88	85	76	60	41	19
3 và 9	Tây Nam	3	19	35	41	44	44	66	177	296	385	401	306

	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	44	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
	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
1 và 11	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
	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
	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
1 và 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
	Đông 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
	12	Bắc	0	0	13	28	35	38	38	38	35	28	13
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
Đông 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
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_{Tmax} 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 nằm 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 tức 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 tức thời qua kính vào phòng nhưng không tác dụng trực tiếp đến phụ tải lạnh. Có thể coi:

$$Q'_{11} = Q_{11} + Q_{tr\bar{e}}$$

$Q_{tr\bar{e}}$ - 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 ϵ_m

Loại kính	Hệ số hấp thụ α_k	Hệ số phản xạ	Hệ số xuyên qua	Hệ số kính ϵ_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

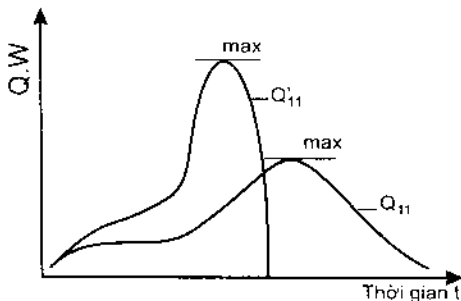
Bảng 2-4

Đặc tính bức xạ của màn che và hệ số mặt trời ϵ_r ,

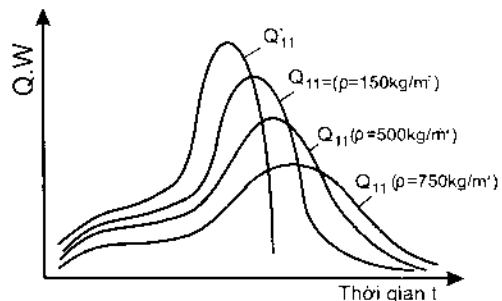
Loại màn che, rèm cửa	Hệ số hấp thụ α_m	Hệ số phản xạ ρ_m	Hệ số xuyên qua τ_m	Hệ số mặt trời ϵ_r
Mành màn màu sáng	0,37	0,51	0,12	0,56
màu trung bình	0,58	0,39	0,03	0,65
màu tối	0,72	0,27	0,01	0,75
Màn che loại Metalon 310/2	0,29	0,48	0,23	0,58
Màn che Brella trắng kiểu Hà lan	0,09	0,77	0,14	0,33

Hình 2-2 biểu diễn sự lệch pha đó trong thời gian 24giờ (coi hệ thống DHKK hoạt động liên tục 24/24h một ngày) do tác dụng 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 trữ 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 trữ 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

Nguồn nhiệt tỏa	Bức xạ, %	Đối lưu, %
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 tác động tức 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)

Hương	G kg/m ² sản	Sáng												Chiều tối												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	0.06	0.67	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	0.07	0.06	0.05	0.05	
	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	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	
	150	0.10	0.21	0.43	0.63	0.77	0.86	0.88	0.82	0.82	0.82	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	0	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	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04		
	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	0.04	0.04	0.03	0.03	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	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	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03		
	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	0.03	0.03	0.02	0.02	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	0	0	0	0		
Đông Bắc	≥ 700	0.47	0.58	0.54	0.42	0.27	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	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	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02		
	150	0.55	0.75	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	0	0	0	0		
Tây Bắc	≥ 700	0.08	0.09	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	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05		
	500	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.34	0.52	0.65	0.64	0.23	0.18	0.15	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05		
	150	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	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	0.02	0.02	0.02	0.01	0	0		
Tây	≥ 700	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.18	0.36	0.52	0.63	0.65	0.55	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06		
	500	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.18	0.36	0.54	0.66	0.68	0.60	0.25	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05		
	150	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.19	0.42	0.65	0.81	0.85	0.74	0.30	0.19	0.13	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0	0		
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	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06		
	500	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.24	0.40	0.55	0.66	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	0.06	0.05	0.05	0.05		
	150	0.03	0.04	0.06	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	0.01	0.01	0.01	0	0	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	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08		
	500	0.06	0.31	0.67	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06		
	150	0	0.25	0.74	0.83	0.88	0.91	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99	0.26	0.17	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01		

Bảng 2-7

Hệ số tác động tức thời n_1 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 ² sản.	Sáng						Chiều, tối						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	
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	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	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	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	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	0.5	0.04	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	0.01	0	0	0	0.01
Đông Nam	≥ 700	0.08	0.14	0.22	0.27	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	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	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	0.01	0.01	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	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	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	0
Tây Nam	≥ 700	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	500	0.09	0.09	0.08	0.08	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	0.09
	150	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.12	0.34	0.53	0.68	0.78	0.78	0.68	0.46	0.29	0.20	0.14	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0
Tây	≥ 700	0.12	0.10	0.11	0.10	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	0.14	0.13	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	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09	0.09
	150	0.02	0.04	0.05	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	0.01
Tây Bắc	≥ 700	0.10	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	0.10	0.08	0.08
	150	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	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	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	0.23	0.18	0.16	0.13	0.13
	150	0	0.48	0.66	0.76	0.87	0.87	0.91	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98	0.52	0.34	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	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, kg/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, 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 kg/m^2 sàn	Số giờ sau khi bật đèn											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24 giờ	≥ 700	0,37	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,29
	500	0,21	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,30
	150	0,25	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,98	0,98	0,99	0,26
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	≥ 700	0,26	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
	500	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	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 4m^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 ε_{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:

$$Q'_{11} = 4.505.1,0023.0,909.1.1,17.1.1 = 2153 \text{ W}$$

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

$$n_l = 0,62$$

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:

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

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 360kg/m^2 , trần và sàn có khối lượng 410kg/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 của 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 Δt : Q_{21}

Mái bằng của phòng điều hòa có ba dạng:

Phòng điều hòa nằm giữa các tầng trong I 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:

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

Nhưng với hiệu nhiệt độ tương đương Δt_{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.

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

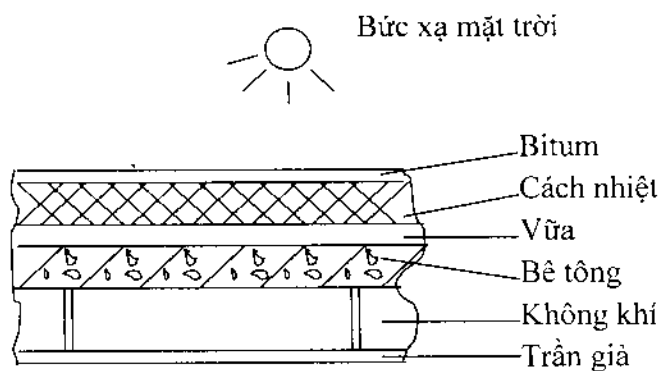
Như vậy hiệu nhiệt độ tương đương bao gồm hai thành phần: $(t_N - t_T)$ là độ chênh nhiệt độ giữa không khí ngoài và trong nhà và $\varepsilon_s \cdot R_N / \alpha_N$ là phần hiệu chỉnh do bức xạ mặt trời tác dụng lên mái, trong đó:

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

ε_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 thượng) $k, W/m^2 \cdot ^\circ C$

Mô tả trần mái bằng (hình 4.4)		Trần giả bằng gỗ dày 12mm			Trần giả 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	1,55
	đông	1,97	0,566	0,333	2,03	1,75
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	1,47
	đông	1,85	0,558	0,329	1,9	1,65
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	1,28
	đông	1,55	0,527	0,318	1,59	1,41
Mái tôn, 9,4 kg/m ²	hè	2,56	0,62	0,367	2,67	2,20
	đông	2,16	0,58	0,356	2,32	1,89
Mái gỗ dày 22mm, có lớp bitum 12mm, 62 kg/m ²	hè	2,02	0,528	0,353	2,08	1,78
	đông	1,75	0,553	0,345	1,81	1,58

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

3. Nhiệt hiện truyền qua vách Q₂₂

Nhiệt truyền qua vách Q₂₂ 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 phân 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 (ϵ_s) của các bề mặt kết cấu bao che

STT	Vật liệu	Hệ số ϵ_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 thô	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:

$$Q_{22} = \Sigma Q_{2i} = k_i F_i \Delta t = Q_{22i} + Q_{22c} + Q_{22k}, W$$

Q_{2i} - nhiệt truyền qua tường, cửa ra vào (gỗ, nhôm), cửa sổ (kính) ...;

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

F_i - diện tích tường, cửa, kính tương ứng, m^2 ;

Hệ số truyền nhiệt qua tường Q_{22i}

Hệ số truyền nhiệt k , (W/m^2) của tường xác định bằng biểu thức:

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

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

$\alpha_1 = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ - hệ số tỏa nhiệt phía trong nhà;

R_i - nhiệt trở dẫn nhiệt lớp vật liệu thứ i của cấu trúc tường, $\text{m}^2\text{K/W}$;

δ_i - độ dày lớp vật liệu thứ i của cấu trúc tường, m ;

λ_i - hệ số dẫn nhiệt lớp vật liệu thứ i của cấu trúc tường, W/mK (xem bảng 2-11).

b) Nhiệt truyền qua cửa ra vào

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

F - diện tích cửa, m^2 ;

Δt - hiệu nhiệt độ trong và ngoài nhà $t_N - t_T$, 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 λ của một số vật liệu xây dựng, W/mK

STT	Vật liệu	Mật độ kg/m^3	Hệ số dẫn nhiệt W/mK
(1)	(2)	(3)	(4)
	I - VẬT LIỆU AMIĂNG		
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
	II- BÊ TÔNG		
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 bọt hấp hơi nóng	1000	0,24
9	Bê tông bọt 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

	III - VẬT LIỆU ĐÁT VÀ VẬT LIỆU NHÉT ĐẦY		
12	Gạch mộc	1600	0,70
	IV - MẢNG GẠCH XÂY ĐẶC		
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
	V - VẬT LIỆU TRÁT VÀ VỮA		
16	Vữa xi măng và vữa trát xi măng	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
	VI - VẬT LIỆU CUỘN		
22	Giấy cát tông 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
	VII - VẬT LIỆU THỦY TINH		
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
	VIII - VẬT LIỆU GỖ		
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 xi măng silicat in hoa	600	0,23
38	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm xi măng silicat in hoa	400	0,16
39	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm xi măng 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:

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

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^2	k , $W/m^2.K$	
		Hè	Đông
196 x 196 x 40	55	3,00	3,13
196 x 196 x 100	90	2,89	3,01
196 x 196 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:

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

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/m².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 xây ra 3 trường hợp tương tự:

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

$$\Delta t = t_N - t_F;$$

Sàn đặt trên tầng hầm hoặc phòng không điều hòa lấy $\Delta t = 0,5(t_K - t_F)$ 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:

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

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 $10 \div 12 W/m^2$ 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 trường 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 η 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:

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

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:

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

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 trục động cơ và iii) chính là hiệu của i và ii.

Hiệu suất động cơ η 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 η phụ thuộc vào công suất định mức N

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

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

Công suất định mức N , kW	37	45	55	75	90	110	132	150	185	250
Hiệu suất η , %	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 ẩn do người tỏa ra Q_4

a) Nhiệt hiện do người tỏa 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 tỏa 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 dụng 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, m^2 /người	6 ÷ 20	2	1 ÷ 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 tỏa.

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 ẩn do người tỏa Q_{4a}

Nhiệt ẩn do người tỏa 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 ẩn do một người tỏa 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 khi 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 , φ_N và d_N):

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

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

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_h	a_a	a_h	a_a	a_h	a_a	a_h	a_a	a_h	a_a	a_h	a_a
Ngồi yên lĩnh	Nhà hát	115	100	50	55	45	60	40	67	33	72	28	79	21	
Ngồi hoạt động nhẹ	Trường học	130	120	50	55	65	60	60	70	50	78	42	84	36	
Hoạt động văn phòng	Khách sạn, văn phòng	140	130	50	56	74	60	70	70	60	78	52	86	44	
Đi, đứng chậm rãi	Các loại cửa hàng	160	130	50	56	74	60	70	70	60	78	52	86	44	
Ngồi, đi chậm	Sân bay, kiệu thuốc	160	150	53	58	92	64	86	76	74	84	66	90	60	
Đi, đứng chậm rãi	Ngân hàng	160	150	53	58	92	64	86	76	74	84	66	90	60	
Hoạt động nhẹ nhàn	Nhà hàng	150	160	55	60	100	68	92	80	80	90	70	98	62	
Lao động nhẹ	Xưởng sản xuất	230	220	55	62	158	70	150	85	135	100	100	115	105	
Khiêu vũ	Vũ trường	260	250	62	70	180	78	172	94	156	110	140	125	125	
Đi bộ 1,5 m/s	Xưởng	300	300	80	88	212	96	204	110	190	130	170	145	155	
Lao động nặng	Xưởng sản xuất	440	430	132	138	292	144	286	154	276	170	260	188	242	

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