

TSKH. PHẠM NGỌC ĐĂNG
ThS. PHẠM HẢI HÀ

NHIỆT và KHÍ HẬU KIẾN TRÚC

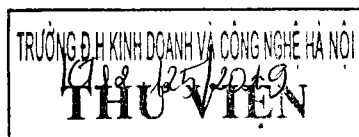


NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TSKH. PHẠM NGỌC ĐĂNG - ThS. PHẠM HẢI HÀ

NHIỆT VÀ KHÍ HẬU KIẾN TRÚC

(Tái bản)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2014



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

LỜI NÓI ĐẦU

"Vật lý Xây dựng - Phần 1 - Nhiệt và Khí hậu" do Nhà xuất bản Xây dựng xuất bản năm 1981, đến nay đã tròn 20 năm. Từ khi xuất bản đến nay tập sách đã được sử dụng làm giáo trình giảng dạy cho các ngành kiến trúc và xây dựng ở các trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Đại học Kiến trúc Hà Nội và Đại học Kiến trúc TP Hồ Chí Minh, làm tài liệu phục vụ bồi dưỡng và thi tuyển nghiên cứu sinh ngành kiến trúc đi học nước ngoài. Tập sách đã được nhiều bạn đọc tham khảo trong thiết kế và nghiên cứu khoa học thuộc lĩnh vực vật lý kiến trúc.

Phần lớn nội dung của phần 1 - Nhiệt và khí hậu - là các kiến thức cơ bản, các nguyên lý khoa học vật lý nhiệt của kiến trúc, là kết quả nghiên cứu của nhiều nhà khoa học trên thế giới, có một phần đóng góp đáng kể của bản thân tác giả, các nội dung đó, nói chung có tính bền lâu. Việc ứng dụng và phát triển các cơ sở khoa học đó để tìm ra các giải pháp thiết kế xây dựng và kiến trúc cho phù hợp với điều kiện khí hậu nước ta luôn luôn là vấn đề có tính thời sự. Một số kết quả nghiên cứu mới về vấn đề này đã được giới thiệu trong một số sách xuất bản gần đây về các giải pháp kiến trúc khí hậu nhiệt đới Việt Nam.

Vì vậy, trong lần tái bản này, nội dung phần 1 - Nhiệt và khí hậu - về cơ bản không có thay đổi lớn. Ngoài phần sửa chữa về văn tự, hình vẽ, có bổ sung thêm một số nội dung sau : đặc điểm và phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam, vi khí hậu nhà "ống", vấn đề "chống đọng sương (đổ mồ hôi)" ở nền nhà, thiết kế cách nhiệt chống nóng trong mùa Hè và giải pháp cây xanh trong đô thị.

Có một số đồng nghiệp nhận xét nội dung tập sách "Nhiệt và khí hậu", xuất bản năm 1981, là khó và cao hơn trình độ giáo trình dạy đại học. Tác giả thấy nhận xét trên là hoàn toàn chính xác, nhưng đó là ý đồ của tác giả với mong muốn rằng tập sách không chỉ là giáo trình giảng dạy mà còn là tài liệu tham khảo cho cán bộ nghiên cứu khoa học và thiết kế sử dụng. Khi giảng dạy đại học, thầy giáo có thể đơn giản hoá hoặc giảm bớt nội dung tùy theo số giờ giảng dạy quy định và đối tượng đào tạo.

Phần 1 - Nhiệt và khí hậu - được tái bản lần này thành 1 tập sách riêng nên mang tên mới là "Nhiệt và khí hậu kiến trúc". ThS. KTS. Phạm Hải Hà đã cùng tôi sửa chữa và bổ sung trong lần tái bản này, vì vậy cùng mang tên tác giả.

Tác giả chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Xây dựng đã cho tái bản tập sách này, chân thành cảm ơn KTS. Đinh Văn Đồng (Trưởng ban Biên tập) đã tận tình giúp đỡ tác giả trong lần tái bản này.

Phạm Ngọc Đăng



MỞ ĐẦU

Cải thiện vi khí hậu trong công trình kiến trúc dân dụng, công nghiệp và nông nghiệp, cũng như trong tiểu khu xây dựng từ thành phố đến nông thôn là một trong những nhiệm vụ khoa học cấp bách, nhằm nâng cao chất lượng sử dụng và giảm giá thành công trình.

Thực tế sử dụng rất nhiều công trình kiến trúc ở nước ta đã chứng tỏ rằng: việc đảm bảo các điều kiện vi khí hậu trong công trình có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế, kỹ thuật và dân sinh. Nhiều kết quả nghiên cứu khoa học đã chứng minh: nhiệt độ trong nhà máy cứ tăng lên một độ thì năng suất lao động của công nhân bị giảm từ 1 đến 2,5% so với lúc công nhân làm việc trong điều kiện vi khí hậu hoàn toàn tiện nghi. Trong nhiều nhà máy (chẳng hạn: nhà máy dệt, nhuộm, in, dụng cụ quang học, thiết bị chính xác, dụng cụ đo lường v.v...) quá trình sản xuất đòi hỏi phải bảo đảm chế độ nhiệt ẩm nhất định. Nếu điều kiện vi khí hậu vượt quá phạm vi cho phép thì chất lượng sản phẩm của nhà máy sẽ giảm xuống và số phế phẩm sẽ tăng lên. Điều kiện vi khí hậu trong các chuồng trại chăn nuôi có ảnh hưởng đáng kể đến sự sinh trưởng của gia súc. Số liệu điều tra thực tế ở nhiều nước chứng tỏ sản lượng chăn nuôi phụ thuộc vào điều kiện vi khí hậu trong chuồng trại tới 20%, vào thức ăn 40% và vào nòi giống 40%. Bảo đảm chế độ nhiệt ẩm trong các nhà kho, đặc biệt là trong kho lương thực, thực phẩm, thích hợp với từng loại hàng hóa sẽ có ý nghĩa quyết định trong việc bảo quản vật liệu, hàng hóa trong kho. Xây dựng và phát triển mạng lưới các trạm lạnh ở nước ta sẽ có tác dụng điều hòa thực phẩm trong năm và tăng cao chất lượng và số lượng rau quả xuất khẩu. Một trong những nhiệm vụ chính của việc thiết kế các trạm lạnh là giải các bài toán về truyền nhiệt, truyền ẩm và thẩm khí qua kết cấu bao che. Trong nhà ở việc đảm bảo điều kiện vi khí hậu tiện nghi sẽ làm cho người ở cảm thấy dễ chịu và nghỉ ngơi thoải mái, do đó, sẽ có tác dụng góp phần quan trọng vào việc phục hồi sức khỏe nhanh chóng sau giờ lao động mệt nhọc, giảm bớt chi phí y tế và kéo dài tuổi thọ của con người. Điều

kiện vi khí hậu trong các trạm xá, nhà an dưỡng và trong các công trình tương tự có ảnh hưởng trực tiếp đối với quá trình chữa bệnh và bồi dưỡng sức khỏe con người.

Điều kiện vi khí hậu trong công trình phụ thuộc vào các giải pháp kiến trúc mặt bằng, mặt cắt, tổ chức không gian trong công trình, các giải pháp kết cấu ngăn che, các giải pháp quy hoạch tiểu khu cũng như quy hoạch toàn thành phố. Người thiết kế cần phải lựa chọn các giải pháp kiến trúc xây dựng tốt nhất, thích hợp với điều kiện khí hậu nóng ẩm ở nước ta, vừa có hiệu quả cao trong việc cải thiện vi khí hậu kiến trúc, đảm bảo độ bền lâu, vừa giảm được giá thành xây dựng công trình.

Môn nhiệt và khí hậu kiến trúc có nhiệm vụ xây dựng những cơ sở khoa học để thiết kế các giải pháp quy hoạch, các giải pháp kiến trúc, nhằm đảm bảo điều kiện tiện nghi vi khí hậu cho sinh hoạt, lao động và nghỉ ngơi của con người, thỏa mãn chế độ nhiệt ẩm theo yêu cầu của quy trình sản xuất trong các công trình sản xuất công, nông nghiệp, cũng như nghiên cứu các ảnh hưởng của khí hậu đối với độ bền lâu của bản thân công trình kiến trúc.

Nhiệt kiến trúc nghiên cứu các quá trình truyền nhiệt và truyền chất (nước, hơi ẩm và không khí) đi qua kết cấu ngăn che nhà, cũng như sự trao đổi nhiệt và trao đổi chất giữa các bề mặt kết cấu ngăn che với môi trường bên trong và bên ngoài công trình. Quá trình truyền nhiệt và trao đổi chất đó có thể là ổn định hay dao động theo thời gian. Bài toán về truyền nhiệt và truyền chất có thể là 1 chiều, 2 chiều hay 3 chiều không gian. Mục đích của bài toán có thể là chống lạnh, chống nóng hay chống ẩm.

Khí hậu kiến trúc nghiên cứu các quy luật biến thiên của các yếu tố khí hậu ngoài nhà (bức xạ mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, gió, mưa), nghiên cứu tác động của các yếu tố khí hậu lên công trình kiến trúc và cơ thể con người, trên cơ sở đó tiến hành phân vùng khí hậu, xây dựng phương pháp xác định các số liệu khí hậu tính toán ngoài nhà, chọn hướng nhà, khoảng cách công trình, thiết kế che nắng, che mưa và đảm bảo độ bền lâu của công trình v.v...

Nhiệt và khí hậu kiến trúc gắn bó với nhau khăng khít như hình với bóng. Trước đây, nhiệt và khí hậu kiến trúc là một bộ phận trong giáo trình kiến trúc dân dụng, công nghiệp và quy hoạch. Đầu thế kỉ XX, do kĩ thuật cũng như quy mô xây dựng công trình và thành phố phát triển mạnh, quy trình sản xuất của nhiều loại sản phẩm đòi hỏi có chế độ nhiệt ẩm nghiêm ngặt, công trình

dân dụng đòi hỏi có điều kiện vi khí hậu trong nhà thích hợp để thỏa mãn mức tiện nghi ngày càng được nâng cao. Xây dựng cần nhanh, rẻ, chi phí vật tư, thiết bị ít nhất, nhưng công trình lại vừa tốt, vừa bền. Tất cả các nhu cầu thực tế khách quan đó đòi hỏi tách phần nhiệt và khí hậu kiến trúc thành một môn khoa học riêng.

Nhiệt và khí hậu kiến trúc là một môn khoa học trẻ và đang phát triển, đặc biệt là đối với điều kiện khí hậu nhiệt đới, nó lại càng non trẻ hơn. Nhiều vấn đề khoa học về nhiệt và khí hậu kiến trúc nhiệt đới đang được nghiên cứu và đang hình thành. Ở nước ta, bộ môn Vật lí kiến trúc của trường Đại học Xây dựng (trước đây ở Đại học Bách khoa Hà Nội) bắt đầu nghiên cứu nhiệt và khí hậu kiến trúc từ năm 1960 - 1961. Một số lĩnh vực nghiên cứu nhiệt và khí hậu kiến trúc ở nước ta đã thu được kết quả đáng kể như vấn đề che nắng, chọn hướng nhà, cách nhiệt ở mái, chiều cao phòng ở, tổ chức thông gió tự nhiên v.v... Các kết quả nghiên cứu khoa học và các kinh nghiệm thiết kế của Trường Đại học Xây dựng cũng như các viện nghiên cứu và các viện thiết kế trong ngành xây dựng ở nước ta đã được chọn lọc và đưa vào giáo trình này.



Nội dung chương này sẽ trình bày ba vấn đề sau:

- Đặc trưng cơ bản và các quy luật biến thiên của các yếu tố khí hậu ngoài nhà;
- Các đặc điểm khí hậu ở nước ta;
- Phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam.

1.1. CÁC YẾU TỐ KHÍ HẬU NGOÀI NHÀ

Trong công tác xây dựng ảnh hưởng của khí hậu được xét đến từ giai đoạn chọn lựa địa điểm xây dựng, quy hoạch tổng thể cho đến khi thiết kế và thi công công trình kiến trúc. Việc chọn địa điểm cho một đô thị hay một khu công nghiệp, lập giải pháp kiến trúc cho ngôi nhà, quyết định thời hạn phục vụ của công trình v.v... không thể bỏ qua đặc điểm khí hậu ở nơi xây dựng.

Khí hậu kiến trúc giúp người thiết kế xây dựng nắm được đặc điểm khí hậu của từng vùng nhất định, tận dụng những mặt có lợi của khí hậu, đồng thời có các biện pháp phòng chống những tác động gây hại của khí hậu. Việc đánh giá định lượng các đặc điểm khí hậu của từng nơi được đưa vào *Tiêu chuẩn Quy phạm xây dựng* dưới dạng các số liệu khí hậu cần thiết cho công tác thiết kế và xây dựng.

Các yếu tố khí hậu chủ yếu là: nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, bức xạ mặt trời, gió, mưa và một số yếu tố khí hậu khác như nắng, đông, bão, mây v.v...

Các số liệu khí hậu xây dựng được sử dụng như sau:

- *Số liệu nhiệt độ không khí* thường dùng trong việc tính toán nhiệt kỹ thuật, chế độ ẩm, thiết kế kết cấu ngăn che ngôi nhà, thiết kế sưởi ấm, làm lạnh, thông gió và điều tiết không khí, tính ứng suất nhiệt, đánh giá biên độ nhiệt và trạng thái khí hậu ngoài nhà v.v...;

- *Số liệu độ ẩm không khí* thường dùng trong việc tính toán chế độ ẩm của kết cấu ngăn che, hiện tượng đọng sương bề mặt, độ bền lâu của kết cấu, điều tiết chế độ ẩm của không khí trong nhà và đánh giá trạng thái khí hậu ngoài nhà v.v...;

- *Số liệu bức xạ mặt trời* dùng trong việc tính toán ổn định nhiệt kết cấu ngăn che ngôi nhà, chọn hướng nhà, tính toán kết cấu che nắng, tính ứng suất nhiệt và đánh giá trạng thái khí hậu ngoài nhà v.v...;

- *Số liệu gió* thường dùng trong công tác quy hoạch đô thị, bố trí khu công nghiệp, khu dân cư, tính toán thông gió tự nhiên, chống ô nhiễm môi trường sống, chọn hướng nhà, tính toán tải trọng gió, và đánh giá trạng thái khí hậu ngoài nhà v.v...;

- *Số liệu mưa* thường dùng trong tính toán thoát nước mưa trong thiết kế quy hoạch và thi công, tính chế độ ẩm ướt của kết cấu ngăn che, tính che mưa hắt vào nhà v.v...;

- *Số liệu của các yếu tố khí hậu khác* như sấm sét được dùng trong việc tính toán kĩ thuật cho chống sét, số liệu về mây dùng trong việc sử dụng nguồn sáng tự nhiên trong kĩ thuật chiếu sáng, số liệu về nắng dùng trong thiết kế khi sử dụng năng lượng mặt trời để sưởi ấm hay làm lạnh v.v...

Các số liệu khí hậu trên thường có ở hầu hết các địa điểm có đài, trạm khí tượng quan trắc trong từng khu vực hành chính (tỉnh, huyện) nhất định. Khi xây dựng ở điểm nào, người thiết kế cần tìm số liệu của từng địa điểm tương ứng, có kê trong bản tiêu chuẩn.

Các số liệu có thể cho theo giờ trong ngày đêm, các ngày trong tháng, hay tháng trong năm. Chúng thường biểu thị ở dạng số liệu trung bình, cực trị (cực đại, cực tiểu) và số liệu tính theo xác suất đảm bảo.

Gần đây, người ta còn phân biệt các số liệu đơn và số liệu phức hợp gồm các tổ hợp xuất hiện đồng thời của từ 2 yếu tố khí tượng trở lên.

Ở nước ta, từ năm 1972, Nhà nước đã ban hành Tiêu chuẩn Thiết kế "Số liệu khí hậu xây dựng" (TCXD 49-72). Tập tiêu chuẩn này được ban hành trước ngày giải phóng miền Nam, vì vậy nó chỉ bao gồm các số liệu khí hậu ở phía Bắc nước ta. Tiếp theo, năm 1985 Ủy ban Xây dựng cơ bản Nhà nước (nay đã hợp nhất với Bộ Xây dựng) ban hành Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4088-85 "Số liệu khí hậu dùng trong thiết kế xây dựng" [21].

Trong bản tiêu chuẩn này các thông số đặc trưng của nhiệt độ không khí ngoài nhà, độ ẩm không khí, tốc độ và tần suất gió, mưa, bức xạ mặt trời và một số yếu tố khí hậu khác, ở hầu hết các địa điểm có trạm quan trắc khí tượng trên phạm vi toàn quốc. Hai tập tiêu chuẩn "*Số liệu khí hậu dùng trong thiết kế xây dựng*" trên là kết quả nghiên cứu nhiều năm của nhiều cán bộ nghiên cứu của Bộ Xây dựng và Tổng cục Khí tượng thủy văn, như Trần Việt Liễn, Nguyễn Huy Côn, Nguyễn Cung, Đỗ Bảo Toàn v.v...

Trong thời gian tới, bản tiêu chuẩn thiết kế này sẽ được bổ sung và hoàn chỉnh, mở rộng hạng mục và tăng thêm các số liệu ở các địa phương để phục vụ cho công tác thiết kế xây dựng - kiến trúc trong toàn quốc.

Dưới đây sẽ xét từng yếu tố khí hậu một.

1.1.1. MẶT TRỜI VÀ BỨC XẠ MẶT TRỜI

1. Mặt trời

Mặt trời là một khối khí nóng khổng lồ, có nhiệt độ bề mặt khoảng 6000°K , liên tục phát năng lượng nhiệt ra xung quanh dưới dạng tia bức xạ và truyền đi bốn phương dưới dạng sóng điện từ. Trái đất chúng ta chỉ nhận được khoảng $1/2.200.000.000$ tổng lượng bức xạ mặt trời. Sở dĩ mặt trời có nguồn năng lượng lớn như vậy là vì ở đó có quá trình phản ứng nhiệt hạch liên tục từ nguyên tử hydro biến thành nguyên tử heli.

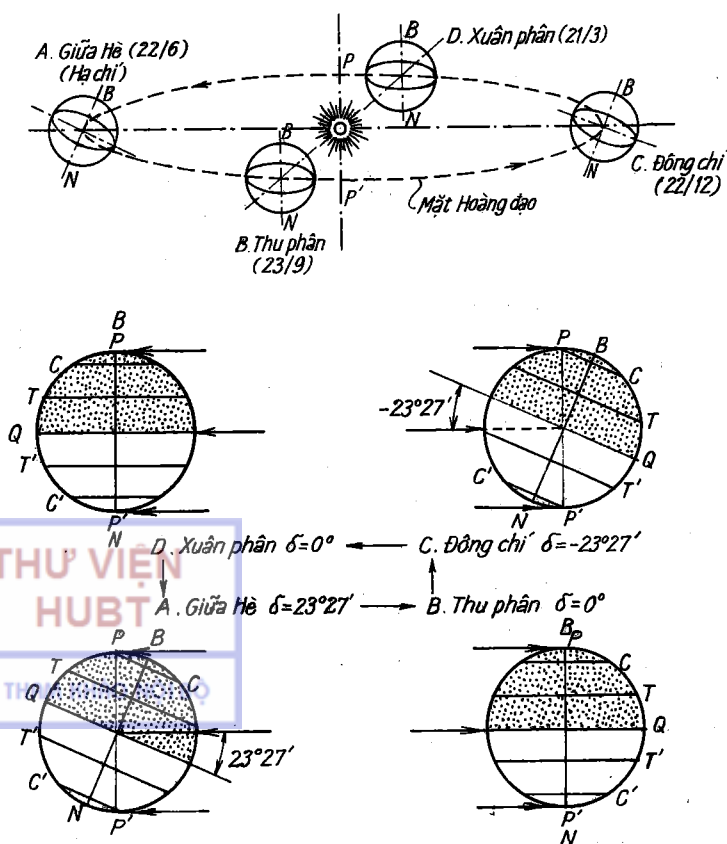
Trong thái dương hệ, mặt trời là vật đứng yên. Trái đất quay xung quanh mặt trời một năm được một vòng và nó tự quay quanh mình nó một vòng trong một ngày đêm.

Trục tự quay của trái đất làm với mặt phẳng của quỹ đạo trái đất quay quanh mặt trời một góc nghiêng là $66^{\circ}33'$. Vì vậy mà góc của tia mặt trời chiếu xuống mỗi điểm trên bề mặt trái đất luôn thay đổi trong năm, tạo thành hiện tượng ngày đêm dài ngắn khác nhau, cũng như tạo thành bốn mùa Xuân, Hạ, Thu, Đông. Trên hình 1.1, khi trái đất ở vị trí A thì tia chiếu của mặt trời làm với mặt phẳng xích đạo một góc về phía bắc $\delta = 90^{\circ} - 66^{\circ}33' = 23^{\circ}27'$ về phía bắc, δ gọi là góc xích độ. Trong ngày này (21/6) vào giữa trưa ở Bắc Bán cầu mặt trời ở vị trí cao nhất, ban ngày dài nhất, ta gọi là ngày Hạ chí, còn ở Nam Bán cầu thì lại là ngày Đông chí.

Khi trái đất ở vị trí B, tia mặt trời chiếu song song với mặt phẳng xích đạo ($\delta = 0$), đêm ngày dài bằng nhau, ta gọi là ngày Thu phân (23/IX).

Khi trái đất ở vị trí C, tia mặt trời chiếu lệch về phía nam mặt phẳng xích đạo một góc $\delta = -23^{\circ}27'$, trong ngày này, ở Bắc Bán cầu năng lượng bức xạ chiếu trên đơn vị diện tích bề mặt sẽ nhỏ nhất và đêm dài, ngày ngắn, đó là ngày Đông chí (22/XII), ở Nam Bán cầu, ngược lại, là ngày Hạ chí.

Khi trái đất ở vị trí D, tia mặt trời lại chiếu song song với mặt phẳng xích đạo, ($\delta = 0$), ngày đêm dài bằng nhau, đó là ngày Xuân phân (21/III). Ở các ngày khác trong năm góc giữa tia chiếu của bức xạ mặt trời và mặt phẳng xích đạo thay đổi từ $\delta = 23^{\circ}27'$ đến $-23^{\circ}27'$.

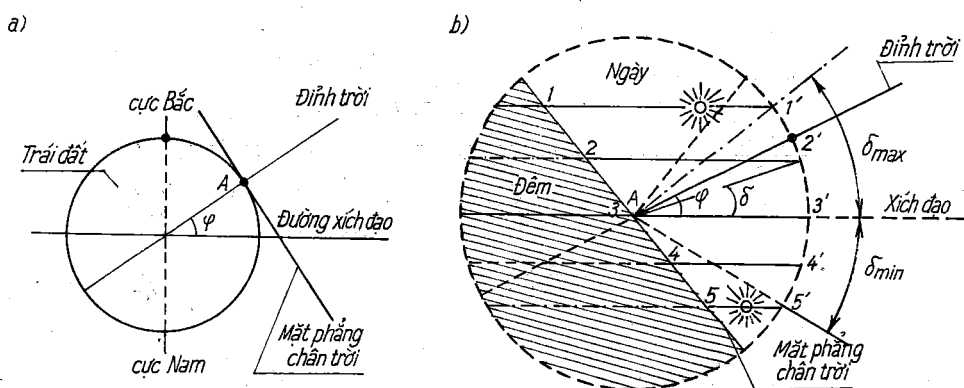


Hình 1.1. Quy luật chuyển động của trái đất quay xung quanh mặt trời

Trên hình 1.1. : PP' là trục của mặt quỹ đạo chuyển động của Trái đất ; Q - xích đạo ; BN - trục tự quay của trái đất ; CC' - vòng Bắc cực và Nam cực ; Trái đất tự quay xung quanh trục BN và quay vòng quanh mặt trời quanh trục PP'.

Theo Định luật chuyển động tương đối, chúng ta có thể xem như trong một ngày đêm, mặt trời quay một vòng tròn quanh trái đất.

Đứng ở điểm A trên mặt đất có vĩ độ φ quan sát mặt trời chuyển động, ta thấy như sau (hình 1.2) : trong một ngày mặt trời chuyển động trên một vòng tròn phẳng, khi mặt trời ở trên mặt phẳng chân trời là ban ngày và khi xuống thấp dưới chân trời là ban đêm.



Hình 1.2. Chuyển động biểu kiến của mặt trời, quan sát từ điểm A có vĩ độ φ .

a) Vị trí điểm quan sát trên mặt đất ;

b) Hình chiếu của các đường chuyển động biểu kiến của mặt trời trên mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm quan sát A.

Trên hình 1.2 : 1.1' - mặt phẳng chuyển động biểu kiến của mặt trời trong ngày Hạ chí ; 3.3' - như trên, ngày Xuân phân, Thu phân ; 5.5' - như trên ngày Đông chí .

Mặt phẳng di chuyển của mặt trời trong một ngày kết hợp với mặt phẳng thẳng đứng đi qua hướng chính Đông - Tây tạo thành một góc φ (vĩ độ tại điểm quan sát). Ta coi mặt trời chuyển động đều trong một ngày đêm và như vậy cứ một giờ mặt trời đi được một cung bằng $\frac{360^\circ}{24\text{giờ}} = 15^\circ$

trên vòng vận động của nó. Giờ này gọi là giờ trung bình của mặt trời (gọi tắt là giờ mặt trời).

Giờ mặt trời không trùng với giờ hành chính thường dùng hàng ngày. Ví dụ ở nước ta, lấy giờ trung bình mặt trời ở kinh tuyến 105° Đông (kinh tuyến qua Hà Nội là $105^\circ 45'$) làm giờ hành chính chung cho cả nước. Như vậy giờ hành chính ở nước ta sớm hơn giờ hành chính ở Anh (kinh tuyến Greenwich) là $\frac{105}{15} = 7$ giờ và sớm hơn giờ hành chính của nước Nga (Moskva) là $\frac{105 - 45}{15} = 4$ giờ.

Vào ngày Xuân phân (21/III) và Thu phân (23/IX), mặt trời mọc ở đúng hướng Đông vào lúc 6 giờ sáng (giờ trung bình mặt trời) và vào lúc 18 giờ chiều thì lặn ở đúng hướng Tây. Trong các ngày khác, mặt phẳng chuyển động của mặt trời dịch chuyển dần về Bắc (từ 21/III đến 23/IX), hoặc về Nam (từ 23/IX đến 21/III). Tại các địa điểm ở Bắc Bán cầu thì từ 21/III đến 23/IX ngày dài hơn đêm (từ đường 3-3' đến đường 1-1' trên hình 1.2), từ 23/IX đến 21/III, đêm dài hơn ngày. Tại các điểm ở Nam Bán cầu thì ngược lại. Tại các điểm trên đường xích đạo ngày và đêm luôn luôn bằng nhau và bằng 12 giờ. Ở Bắc cực và Nam cực, trong một năm có 6 tháng ngày liên và 6 tháng đêm liên.

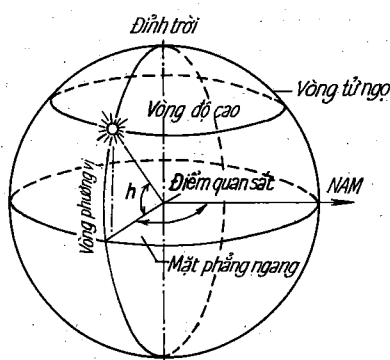
Vị trí của mặt trời trên bầu trời vào một thời điểm bất kì được xác định bằng hai tọa độ cầu là góc độ cao "h" và góc phương vị "A" (hình 1.3).

Từ các công thức quan hệ trong tam giác cầu "vĩ độ φ , xích độ δ và góc thời gian Z" có thể tính được hai tọa độ đó bằng các công thức sau :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos Z \quad (1.1)$$

$$\sin A = \frac{\cos \delta \sin Z}{\cos h} \quad (1.2)$$

$$\text{hay} \quad \cos A = \frac{\sin h \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cos \varphi} \quad (1.3a)$$



Hình 1.3. Vị trí tương đối của mặt trời đối với điểm quan sát từ mặt đất

h - góc độ cao mặt trời (góc giữa tia mặt trời với mặt phẳng chân trời) ;

δ - xích độ lấy theo bảng 1.2 ;

φ - vĩ độ của địa điểm quan sát ;

A - góc phương vị của mặt trời (góc hợp bởi hình chiếu của tia mặt trời xuống mặt phẳng chân trời với phương Nam) ;

Z - góc giờ, tính như sau : lúc 12 giờ (giờ trung bình mặt trời) thì $Z = 0$, cứ trước hay sau đó một giờ lấy $Z = 15^\circ$. Ví dụ lúc 14 giờ 20',

$$Z = 2 \times 15 + \frac{1}{3} \cdot 15^\circ = 35^\circ.$$

Từ các công thức trên, có thể suy ra công thức để tính độ dài của ngày, góc phương vị của mặt trời lúc mọc và lặn, cũng như độ cao của mặt trời lúc 12 giờ trưa như sau :

- Góc phương vị của mặt trời khi mọc (hay lặn) : từ công thức (1.3a), cho $h = 0$, ta có:

$$\cos A_0 = - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \quad (1.3b)$$

- Độ cao mặt trời lúc 12 giờ trưa : từ công thức (1.1), cho $\cos Z = 0$, có :

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta \quad (1.4)$$

- Giờ mặt trời mọc hay lặn : từ công thức tính giờ trung bình của mặt trời, khi đã biết độ cao mặt trời là $\cos Z = \frac{\sin h - \sin \delta \sin \varphi}{\cos \delta \cos \varphi}$, cho $h = 0$ ta sẽ được công thức tính giờ mặt trời mọc hay lặn.

$$\cos Z_0 = - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta \quad (1.5)$$

Để giải quyết các bài toán về che nắng, chiếu nắng, xác định bóng đổ v.v... người ta biểu diễn đường đi của mặt trời qua các ngày tháng trong năm trên một biểu đồ gọi là *biểu đồ chuyển động biểu kiến của mặt trời*. Nguyên tắc biểu diễn là chiếu vị trí của mặt trời lên mặt phẳng chân trời của địa phương. Có nhiều cách chiếu nên có nhiều dạng biểu đồ, kiểu hay dùng nhất được giới thiệu ở phụ lục 1.

2. Bức xạ mặt trời

Quang phổ bức xạ mặt trời chiếu xuống trái đất có bước sóng $\lambda = 0,17$ đến $4\mu\text{m}$, với năng lượng bức xạ tập trung trong khoảng bước sóng từ 0,4 đến $1\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$) trong đó 50% năng lượng bức xạ nằm trong vùng

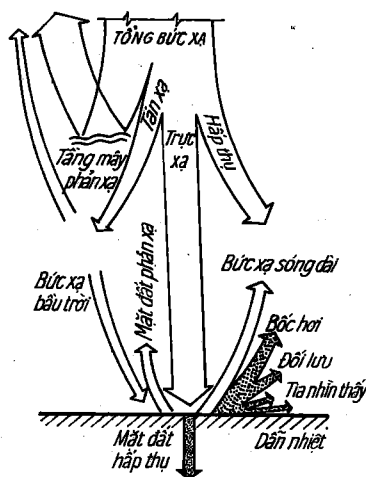
tia nhìn thấy (ánh sáng) ($\lambda = 0,38 \sim 0,76\mu\text{m}$), 43% nằm trong phần hồng ngoại ($\lambda > 0,76\mu\text{m}$) và 7% trong phần tử ngoại ($\lambda < 0,38\mu\text{m}$).

Ở ngoài khí quyển, bức xạ mặt trời cực đại ở bước sóng $\lambda = 0,47\mu\text{m}$ (nằm giữa màu xanh biếc và màu da cam). Quang phổ bức xạ ở gần mặt đất được giới hạn trong phạm vi bước sóng $\lambda = 0,29 \sim 4,0\mu\text{m}$ và cực đại ở bước sóng $\lambda = 0,56\mu\text{m}$ (màu da cam).

Năng lượng bức xạ mặt trời được đo bằng đơn vị calo hay Watt. Số nhiệt lượng mà một đơn vị bề mặt thẳng góc với tia mặt trời nhận được trong một đơn vị thời gian gọi là cường độ bức xạ mặt trời (đo bằng W/m^2 hay $\text{calo/cm}^2.\text{phút}$).

Bức xạ mặt trời xuyên qua tầng khí quyển sẽ bị hấp thụ một phần do các hạt nước, bụi, khói, khí CO_2 , ôzôn, và các phân tử không khí, một phần bị mây phản xạ và phần lớn còn lại sẽ chiếu xuống mặt đất (hình 1.4).

Sau khi hấp thụ bức xạ mặt trời, khí quyển nóng lên và trở thành vật bức xạ phát nhiệt xuống mặt đất, lượng nhiệt này cùng với phần bức xạ mặt trời bị khí quyển khuếch tán chiếu xuống trái đất, gọi là bức xạ khuếch tán (tán xạ).



Hình 1.4 : Sơ đồ bức xạ nhiệt của mặt trời chiếu xuống mặt đất

Do đó tổng lượng bức xạ mặt trời (I) chiếu đến mặt đất gồm 2 thành phần : trực xạ (S) và tán xạ (D) (hình 1.4).

$$I = S + D \quad (1.6)$$

a) Trực xạ

Trực xạ là bức xạ mặt trời do các tia nắng xuyên qua khí quyển chiếu trực tiếp xuống mặt đất sinh ra. Khi xuyên qua khí quyển một phần năng lượng của tia bức xạ mặt trời bị khuếch tán và hút mất, nên cường độ của nó giảm đi. Sở dĩ có hiện tượng này là vì khí quyển thường không trong suốt. Đặc trưng cho tính chất đó của khí quyển người ta dùng hệ số trong suốt p.

Không khí càng ẩm, trời càng âm u thì hệ số p càng nhỏ. Ở đồng bằng Bắc Bộ vào mùa Xuân (tháng II - IV) có $p \sim 0,6$ [22], mùa Đông (tháng XI năm trước đến tháng I năm sau) có $p = 0,75$, còn vào mùa Hè và mùa Thu trị số p xấp xỉ bằng 0,7. Hệ số trong suốt của khí quyển ở miền núi, trung du lớn hơn ở vùng đồng bằng. Bầu trời thị trấn Sa Pa có $p = 0,8$. Ở các thành phố công nghiệp, do không khí có nhiều bụi khói nên hệ số p thường nhỏ hơn ở nông thôn.

Gọi $S_{\perp}$ là trực xạ chiếu lên mặt phẳng thẳng góc với tia mặt trời. Trị số $S_{\perp}$ phụ thuộc góc cao mặt trời và độ trong suốt của khí quyển theo công thức Castrov - Xavinov như sau:

$$S_{\perp} = S_0 \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \frac{\sin h}{\sin h + C} \quad (1.7)$$

S_0 - hằng số bức xạ mặt trời, thường lấy bằng $1,94 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{phút}$;

r_0 - khoảng cách trung bình từ trái đất đến mặt trời, $r_0 = 149,5 \cdot 10^6 \text{ km}$;

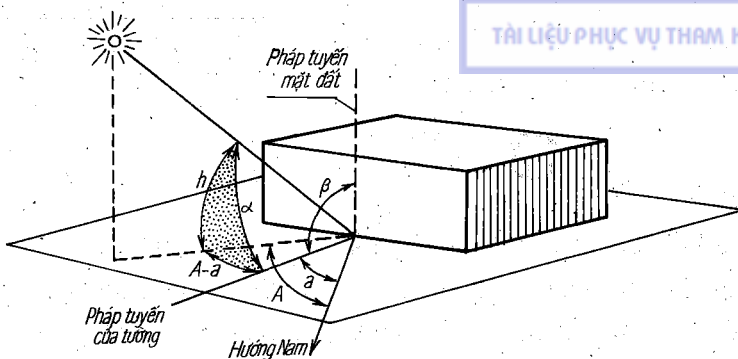
r - khoảng cách từ trái đất đến mặt trời lúc tính ;

h - góc cao mặt trời lúc tính ;

C - hệ số ảnh hưởng của độ trong suốt khí quyển,

$$C = \frac{1 - P}{P}$$

Trực xạ chiếu lên các mặt nhà sẽ bằng trị số $S_{\perp}$ nhân với cosin của góc giữa pháp tuyến của mặt nhà và hướng của tia nắng (hình 1.5).



Hình 1.5. Sơ đồ xác định trực xạ chiếu trên các mặt nhà

Trực xạ trên mặt nằm ngang :

$$S_{ng} = S_{\perp} \cdot \sinh_o \quad (1.8a)$$

Trực xạ trên mặt phẳng thẳng đứng :

$$S_{dg} = S_{\perp} \cdot \cos\alpha \quad (1.8b)$$

α - góc hợp bởi pháp tuyến của mặt tính toán và tia mặt trời.

Từ hình 1.5 xét tam giác cầu h, α và (A-a), ta có :

$$\cos\alpha = \cosh \cos(A - a) + \sinh \cdot \sin(A - a) \cos\beta \quad (1.9)$$

h - góc độ cao mặt trời ;

A - góc phương vị mặt trời ;

a - góc hợp bởi pháp tuyến của mặt tường và hướng Nam ;

β - góc giữa mặt tính toán và mặt nằm ngang, đối với tường thẳng đứng

thì $\beta = \frac{\pi}{2}$ và $\cos\beta = 0$.

Mặt tường hướng Nam có a = 0 nên :

$$S_n = S_{\perp} \cosh \cos A \quad (1.10)$$

Mặt tường hướng Bắc có a = 180° nên :

$$S_b = -S_{\perp} \cosh \cos A \quad (1.11)$$

Mặt tường hướng Đông có a = -90° nên :

$$S_d = -S_{\perp} \cosh \sin A \quad (1.12)$$

Mặt tường hướng Tây có a = 90° nên :

$$S_t = S_{\perp} \cosh \sin A \quad (1.13)$$

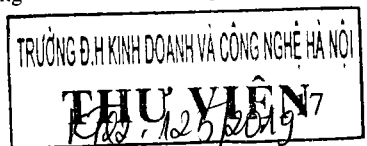
Ứng với mặt mái nhà nghiêng với mặt phẳng ngang một góc β , trực xạ chiếu trên nó bằng :

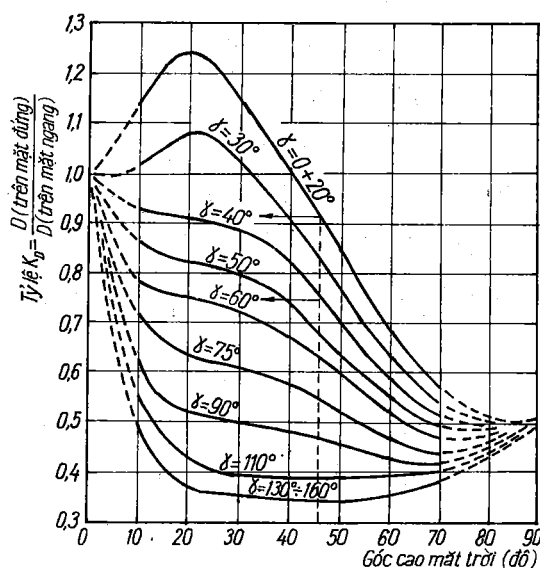
$$S_{\text{nghiêng}} = S_{dg} \sin\beta + S_{ng} \cos\beta \quad (1.14)$$

b) Tán xạ

Tán xạ (bức xạ khuếch tán) chính là bức xạ từ bầu trời chiếu xuống. Trong điều kiện có mây, tán xạ thường tăng lên rất nhiều so với khi trời quang mây. Cường độ tán xạ khi trời có mây phụ thuộc lượng mây và dạng mây (mây tầng thấp, mây tầng trung, mây tầng cao). Ở nước ta, khí hậu ẩm ướt, tán xạ lớn hơn ở các nước nóng khô.

Khi đã biết tán xạ trên mặt phẳng nằm ngang (D_{ng}) ta có thể dùng biểu đồ tra ra tán xạ trên mặt đứng (hình 1.6).





Hình 1.6 : Xác định tán xạ trên mặt đứng khi đã biết tán xạ trên mặt ngang

Trong hình 1.6 có :

$\gamma = \alpha' \pm A$ - góc hợp bởi tia mặt trời và pháp tuyến mặt kết cấu ;

A - góc phương vị của mặt trời ;

α - góc hợp bởi pháp tuyến của mặt kết cấu với hướng Nam.

Cần chú ý là biểu đồ hình 1.6 do chúng tôi thành lập từ số liệu của G. V. Parmeler đo lường thực tế bầu trời ở nước có khí hậu ôn hòa. Ở nước ta có đặc điểm phân bố tán xạ riêng, nên vấn đề này cần nghiên cứu thêm.

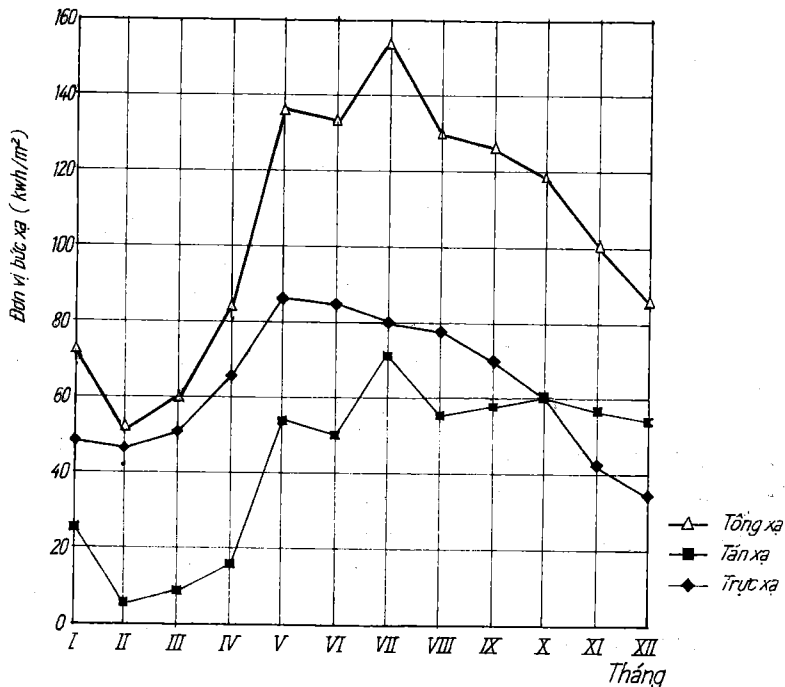
Khi tính gần đúng, có thể lấy trị số tán xạ chiếu trên mặt đứng bằng 0,7 lượng tán xạ chiếu trên mặt ngang (vì có kể đến tác dụng phản xạ của mặt đất và các công trình xung quanh) như ý kiến của A. M. Sklover và V. N. Bôgôslowski đề nghị [3, 14]. Tán xạ trên mặt ngang được xác định một cách dễ dàng bằng cách gia công các số liệu đo lường thực tế ở các trạm khí tượng.

Tán xạ trên mặt phẳng nghiêng làm với mặt phẳng ngang một góc β được xác định gần đúng như sau :

$$D_{\text{nghiêng}} = D_{\text{ng}} - (D_{\text{ng}} - D_d) \frac{\beta}{90} \quad (1.15)$$

Các số liệu quan trắc về bức xạ mặt trời ở nước ta còn rất ít. Từ năm 1960, nước ta mới hình thành mạng lưới trạm đài quan sát bức xạ mặt

trời. Đó là một khó khăn lớn, khi chúng ta phân tích đặc điểm và xác định trị số tính toán bức xạ ở nước ta. Hình 1.7a cho biến thiên trực xạ, tán xạ và tổng xạ chiếu trên mặt đất theo tháng trong năm ở Trạm khí tượng Phủ Liễn, Hải Phòng.



Hình 1.7a. Biến thiên trực xạ, tán xạ và tổng xạ theo tháng trong năm ở trạm Phủ Liễn, Hải Phòng.

3. Trị số tính toán của bức xạ mặt trời

Trị số tính toán của bức xạ mặt trời là một trong những trị số quan trọng của số liệu khí hậu ngoài nhà.

Tác động của bức xạ, nhiệt độ, độ ẩm, gió lên công trình và lên cơ thể con người có tính đồng thời và tổ hợp, nên việc xác định các số liệu khí hậu dùng cho tính toán cần phải xét đến mối quan hệ đồng thời này. Ngoài ra, việc xác định số liệu tính toán ngoài nhà cũng cần xét đến đối tượng công trình thiết kế. Công trình càng vĩnh cửu, yêu cầu chất lượng sử dụng càng cao thì hệ số bảo đảm thiết kế càng lớn, giá trị số liệu tính toán khí hậu ngoài nhà cần chọn càng cao. Hệ số bảo đảm của công trình chính là hệ số bảo đảm của các số liệu khí hậu cần đạt được khi thiết kế. Hệ số bảo đảm chung của 4 yếu tố khí hậu (bức xạ, nhiệt, ẩm, gió) được xác định theo lý thuyết xác suất.

Nhiệt độ và độ ẩm không khí luôn phụ thuộc lẫn nhau. Trong điều kiện mùa nóng ở nước ta sự biến thiên của nhiệt độ không khí ngoài nhà ít phụ thuộc vào chế độ gió. Trong ngày, giờ nhất định cường độ bức xạ mặt trời chiếu lên các mặt tường và mái nhà gần như không liên quan đến nhiệt độ không khí, còn cường độ bức xạ mặt trời và gió có thể xem như không phụ thuộc lẫn nhau. Như vậy, theo lí thuyết xác suất có thể viết biểu thức xác định hệ số bảo đảm chung của khí hậu như sau:

$$K_{bd} = K_{bd}(t_n) \cdot K_{bd}(\varphi_n/t_n) \cdot K_{bd}(I) \cdot K_{bd}(V_n) \quad (1.16)$$

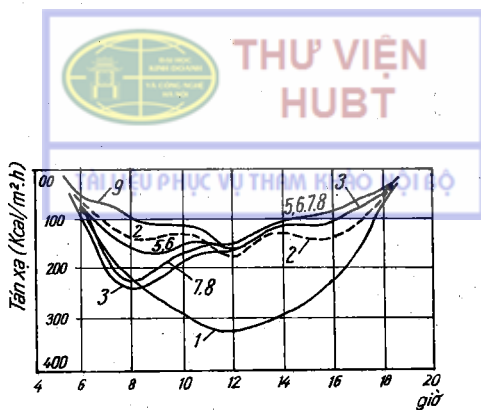
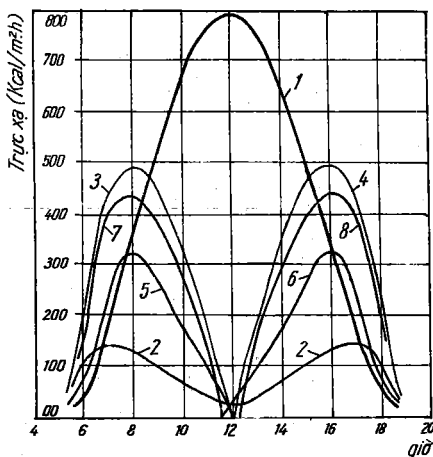
Trong đó $K_{bd}(t_n)$; $K_{bd}(I)$; $K_{bd}(V_n)$ - lần lượt là hệ số bảo đảm của nhiệt độ không khí ngoài nhà, bức xạ mặt trời và tốc độ gió đã cho; $K_{bd}(\varphi_n/t_n)$ là hệ số bảo đảm của độ ẩm không khí tương ứng với nhiệt độ không khí đã cho.

Hệ số bảo đảm chính là tỉ số giữa số lần xuất hiện của các trị số quan trắc được nhỏ hơn trị số tính toán trên toàn bộ số lần quan sát.

Để đơn giản hóa tính toán, đối với các tháng nóng, người ta thường dùng hệ số bảo đảm của cường độ bức xạ mặt trời và tốc độ gió bằng 1. Khi đó, hệ số bảo đảm chung của khí hậu ngoài nhà sẽ bằng:

$$K_{bd} = K_{bd}(t_n) \cdot K_{bd}(\varphi_n/t_n) \quad (1.17)$$

Kết quả thống kê số liệu đo lường bức xạ mặt trời ở Hà Nội chứng tỏ rằng



Hình 1.7b. Cường độ bức xạ mặt trời trong tháng VI tại Hà Nội

Trực xạ và tán xạ trên mặt phẳng ngang (1); trên mặt Bắc (2); trên mặt Đông (3); trên mặt Tây (4); trên mặt Đông Nam (5); trên mặt Tây Nam (6); trên mặt Đông Bắc (7); trên mặt Tây Bắc (8); trên mặt Nam (9).

ứng với hệ số bảo đảm K (I) gần bằng 1, tổng bức xạ mặt trời sẽ lớn nhất khi bầu trời có cấp mây trung bình (cấp 5, cấp 6, cấp 7), chứ không phải lúc bầu trời quang mây, như ở một số nước khác, vì khi bầu trời có cấp mây trung bình thì tuy trực xạ có giảm đi, nhưng tán xạ lại tăng lên nhiều. Do đó, số liệu tính toán về bức xạ ở vùng Hà Nội nước ta cần được xác định ứng với cấp mây trung bình.

Hình 1.7b cho cường độ trực xạ và tán xạ chiếu trên các mặt nhà trong tháng VI ở Hà Nội với hệ số bảo đảm gần bằng 1, khi trời có độ mây trung bình.

Khi tính toán truyền nhiệt qua tường và mái, có thể coi biến thiên của bức xạ mặt trời trong ngày có dạng gần gũi với dao động điều hòa và được đặc trưng bằng 3 đại lượng: trị số trung bình, trị số cực đại và giờ xuất hiện trị số cực đại trong ngày, nhưng khi tính nhiệt bức xạ xuyên qua cửa sổ vào nhà thì trị số tính toán của bức xạ mặt trời phải lấy theo từng giờ một. Trị số tính toán về mùa nóng là trị số lớn nhất trong 3 tháng nóng (tháng VI, VII, VIII). Từ kết quả phân tích và thống kê với số liệu đo lường thực tế ở Hà Nội (tương tự như hình 1.7a), ta xác định được trị số tính toán về bức xạ mặt trời chiếu lên mặt nằm ngang và các mặt đứng của nhà ứng với hệ số bảo đảm gần bằng 1 (bảng 1.1).

Bảng 1.1. Số liệu tính toán của cường độ tổng xạ (I) ở Hà Nội trong mùa nóng (hàng trên là kcal/m²h, hàng dưới là W/m²)

Đại lượng	Trên mặt nằm ngang	Trên các mặt phẳng thẳng đứng ở các hướng				
		Nam	Đông hoặc Tây	Đông Nam hoặc Tây Nam	Đông Bắc hoặc Tây Bắc	Bắc
Trị số trung bình ngày	366	75	157	124	152	115
I _{tb}	425	87	182	144	176	133
Biên độ dao động ngày	741	180	565	426	507	153
AI	860	210	660	495	590	176
Thời điểm xuất hiện trị số cực đại (giờ)	12	12	8 hay 16	9 hay 15	8 hay 16	8 và 16

Hệ số bảo đảm của trị số tính toán khí hậu ngoài nhà cần tương ứng với hệ số bảo đảm vi khí hậu trong nhà. Vì vậy khi thiết kế người ta căn cứ vào yêu cầu tiện nghi nhiệt trong nhà cao hay thấp mà chọn lựa số liệu tính toán khí hậu ngoài nhà với các hệ số bảo đảm khác nhau.

Hệ số bảo đảm vi khí hậu trong nhà được xác định trên cơ sở yêu cầu chất lượng sử dụng của công trình và khả năng kinh tế kĩ thuật thực tế. Hiện nay ở nước ta chưa có quy định cụ thể về vấn đề này, trong các bảng 1.2 và 1.3 dưới đây chúng tôi giới thiệu hệ số bảo đảm vi khí hậu của Liên Xô (trước đây) [2].

Bảng 1.2. Hệ số bảo đảm vi khí hậu trong nhà dân dụng vào mùa nóng

Đặc tính sử dụng của công trình	Hệ số bảo đảm K_{bd}
Nhà có yêu cầu vệ sinh cao	xấp xỉ 1,0
Nhà thường xuyên có người ở hay có chế độ nhiệt ẩm ổn định	0,9
Nhà có người sử dụng trong một khoảng thời gian trong ngày	0,7
Nhà có người trong một khoảng thời gian rất ngắn trong ngày	0,5

Bảng 1.3. Hệ số bảo đảm vi khí hậu trong nhà công nghiệp

Dạng yêu cầu	Biên độ nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) dao động cho phép	Hệ số bảo đảm (K_{bd})
Công nghệ: Cấp chính xác 1	0,1	xấp xỉ 1,0
Cấp chính xác 2	0,5	0,9
Cấp chính xác 3	1,0	0,9
Điều kiện tốt cho công nhân làm việc	1,0	0,9
Điều kiện cho phép cho công nhân làm việc	≥ 2	0,5

1.1.2. Nhiệt độ và độ ẩm không khí

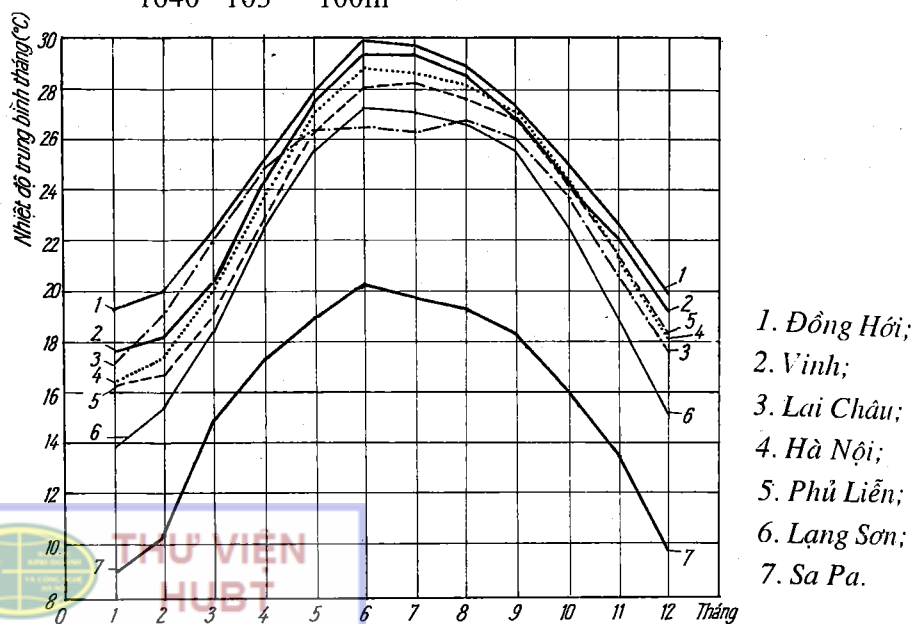
1. Nhiệt độ không khí

Bức xạ mặt trời chiếu xuống và đốt nóng mặt đất, sau đó mặt đất lại trao đổi nhiệt với không khí bao bọc xung quanh nó. Vì vậy, nhiệt độ không khí

ở mỗi vùng phụ thuộc vào ba nhân tố chính: chế độ mặt trời, trạng thái và địa hình của mặt đất và hoàn lưu khí quyển.

Trong tầng khí quyển dưới thấp (khoảng 11km trở xuống) nhiệt độ khí quyển giảm dần theo chiều cao với gradien giảm xấp xỉ 0,6 độ trên 100m. Ở các vùng núi cao, do phát xạ nhiệt của mặt đất về ban đêm lớn, nên nhiệt độ thường thấp hơn so với địa điểm thấp hơn ở cùng một địa phương. Cũng vì hai lí do trên mà trạm Lào Cai và trạm Sa Pa tuy đặt gần nhau, nhưng vì có độ cao khác nhau nên nhiệt độ khác nhau rất nhiều. Nhiệt độ trung bình năm ở trạm Lào Cai (độ cao so với mặt biển: 103m) là 23,1°C, ở trạm Sa Pa (độ cao so với mặt biển: 1640m) là 15,6°C, chênh nhau $\Delta t = 7,5^\circ\text{C}$, như vậy gradien

$$\text{nhiệt bằng } \frac{7,5 \times 100}{1640 - 103} \approx \frac{0,52^\circ\text{C}}{100\text{m}}.$$

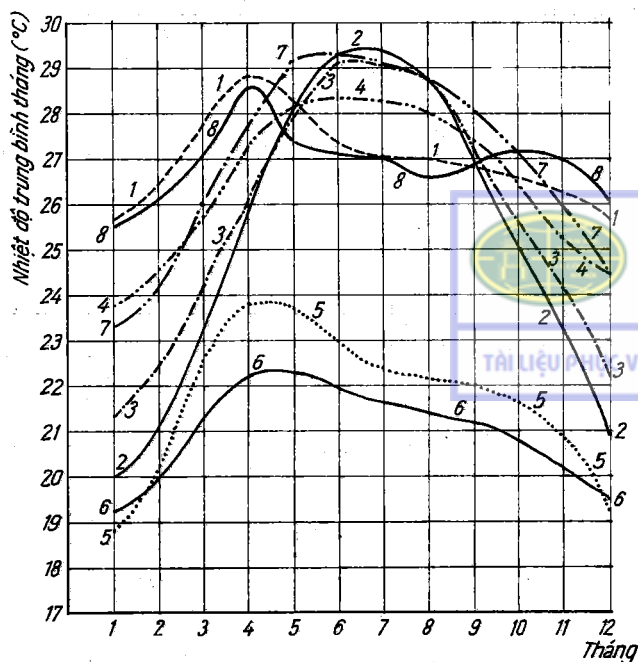


Hình 1.8: Nhiệt độ trung bình tháng biến thiên trong năm của các địa phương ở miền Bắc

Ở thành phố, nhất là thành phố công nghiệp, do nhà cửa hút bức xạ và phản bức xạ mặt trời nhiều, cộng thêm lượng nhiệt do sản xuất phát ra nên thường có nhiệt độ không khí cao hơn các vùng nông thôn và rừng núi.

Nhìn trên phạm vi lớn, nhiệt độ biến thiên theo vĩ độ rất mạnh, vĩ độ càng lớn nhiệt độ càng thấp và biên độ dao động nhiệt trong năm càng lớn. Ở miền Bắc nước ta, nhiệt độ biến thiên theo phương kinh tuyến (vĩ

độ khác nhau) thể hiện rõ nhất trong mùa lạnh, gradien nhiệt độ trong mùa lạnh theo phương này đạt tới 0,6 - 1°C trên 1 vĩ độ, đó là trị số khác thường đối với vùng nhiệt đới (ở Ấn Độ gradien nhiệt độ chỉ vào khoảng 0,2 - 0,3°C trên 1 vĩ độ), nguyên nhân có thể là do biến tính của hoàn lưu khí quyển phương kinh tuyến. Trong mùa nóng, do sự phát triển mạnh của khối không khí gió mùa Hè nên sự chênh lệch nhiệt độ có tính quy luật theo phương kinh tuyến giảm đi rõ rệt, khoảng 0,3 - 0,5°C cho mỗi vĩ độ. Hình 1.8 cho nhiệt độ trung bình tháng thay đổi trong năm của một số địa phương phía Bắc: Sa Pa (vĩ độ $\varphi = 22^{\circ}21'$, độ cao 1640m); Lạng Sơn ($\varphi = 21^{\circ}50'$, độ cao 100m), Phủ Liễn ($\varphi = 20^{\circ}48'$, độ cao 113m), Lai Châu ($\varphi = 22^{\circ}04'$, độ cao 156m); Vinh ($\varphi = 18^{\circ}14'$, độ cao 6m). Đồng Hới ($\varphi = 17^{\circ}31'$, độ cao 7m). Hình 1.9 tương tự đối với một số địa phương phía Nam: Huế, Đà Nẵng, Nha Trang, Plâycu, Đà Lạt, TP. Hồ Chí Minh, Cần Thơ, quần đảo Hoàng Sa. Xét hình vẽ 1.8 và 1.9 thấy địa phương ở vĩ độ càng nhỏ thì nhiệt độ càng cao và biên độ năm nhỏ hơn, ở các địa phương càng cao so với mực nước biển, nhiệt độ không khí càng thấp.



Hình 1.9. Biến thiên nhiệt độ trung bình tháng ở một số tỉnh miền Nam

1. Thành phố Hồ Chí Minh; 2. Huế; 3. Đà Nẵng; 4. Nha Trang;

5. Plâycu; 6. Đà Lạt; 7. Hoàng Sa; 8. Cần Thơ.

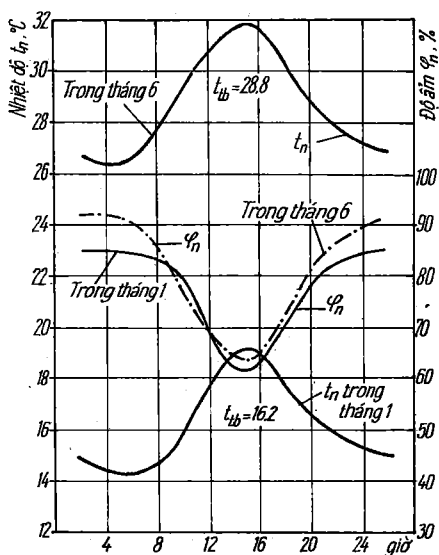
Sự biến thiên nhiệt độ theo phương vĩ tuyến (kinh độ khác nhau) trong cả hai mùa (mùa nóng và mùa lạnh) đều thể hiện rõ rệt. Trong mùa lạnh có thể nhận thấy chiều hướng tăng dần của nhiệt độ từ Đông sang Tây, với bước nhảy vọt ở khu vực Hoàng Liên Sơn. Xét ở cùng độ cao, chênh lệch nhiệt độ giữa vùng Đông Bắc và Việt Bắc có thể xấp xỉ 1°C và giữa Đông Bắc và Tây Bắc tới 2°C hay hơn nữa. Cũng cần chú ý là miền Bắc chạy dài theo phương vĩ tuyến, phía Đông giáp biển, phía Tây là lục địa, nên biển cũng có tác dụng lớn làm cho sự chênh lệch nhiệt độ theo phương vĩ tuyến càng rõ rệt.

Trong mùa nóng do sự giao tranh giữa hai hệ thống hoàn lưu Đông và Tây, đồng thời cũng do các dãy núi thường nằm theo phương kinh tuyến, nên sự phân hóa về khí hậu giữa khu vực phía Bắc và phía Nam lại khác nhau ít hơn. Ảnh hưởng của biển có thể thâm nhập khá sâu vào lục địa, vì có sự trùng hợp giữa hướng gió mùa và gió biển, đồng thời hướng của các thung lũng, của sông đều nằm dọc theo hướng gió thịnh hành.

Bức xạ mặt trời chiếu xuống trái đất biến thiên mỗi ngày là một chu kì, cho nên nhiệt độ cũng biến thiên theo giờ trong ngày. Tuy rằng bức xạ chiếu xuống trái đất cực đại vào 12 giờ trưa, nhưng vì mặt đất (nhất là mặt nước) cũng như không khí có tính ổn định nhiệt, nên nhiệt độ không khí có cực đại và cực tiểu xuất hiện chậm sau cực đại và cực tiểu của bức xạ mặt trời. Ở miền Bắc nước ta nhiệt độ không khí ngoài nhà cực đại vào lúc 14 - 15 giờ, cực tiểu vào lúc sáng sớm, trước lúc mặt trời mọc (hình 1.8, 1.9 và 1.10).

Nhìn vào hai hình 1.8, 1.9 và 1.10 ta thấy biến thiên nhiệt độ trong ngày ở nước ta trong mùa lạnh nhỏ hơn mùa nóng.

Ở miền núi cao, trong ban đêm lượng nhiệt phát xạ của mặt đất lớn,



Hình 1.10: Biến thiên nhiệt độ và độ ẩm trong ngày, tính trung bình trong tháng ở Hà Nội

mặt đất nguội đi nhanh nên biến thiên nhiệt độ trong ngày lớn hơn vùng đồng bằng, nhất là so với vùng ven biển.

Biến thiên nhiệt độ trong ngày càng lớn thì điều kiện tiện nghi của khí hậu càng kém, con người càng dễ bị cảm vì phải điều tiết thân nhiệt nhanh để thích ứng, vật liệu phải co giãn trong ngày nhiều, dễ phát sinh nứt nẻ và tuổi thọ bị rút ngắn.

Nhiệt độ không khí thường được đo lường bằng nhiệt độ bách phân ($^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ Faraday ($^{\circ}\text{F}$) hay nhiệt độ tuyệt đối ($^{\circ}\text{K}$). Sự chuyển đổi giữa 3 thước đo nhiệt độ này như sau :

$$^{\circ}\text{C} = (1,8^{\circ}\text{C} + 32)^{\circ}\text{F}$$

$$^{\circ}\text{F} = [(^{\circ}\text{F} - 32)/1,8]^{\circ}\text{C}$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

- *Nhiệt độ khô (t_k)*: nhiệt độ của không khí được đo bằng nhiệt kế thủy ngân thông thường và bầu thủy ngân của nhiệt kế để khô (không nhúng nước), được gọi là nhiệt độ khô của không khí.

- *Nhiệt độ ướt (t_u)*: nhiệt độ ướt của không khí là nhiệt độ không khí đo bằng nhiệt kế thủy ngân với bầu thủy ngân được bọc bông hoặc vải luôn luôn ẩm ướt. Nước ở bông hoặc vải này bốc hơi và hút nhiệt đi làm cho nhiệt độ của nhiệt kế thấp hơn nhiệt độ của không khí, sự chênh lệch giữa nhiệt độ khô (t_k) và nhiệt độ ướt (t_u) là do sự bốc hơi nước của bông và vải gây ra. Sự bốc hơi nước này lại phụ thuộc vào độ ẩm tương đối (φ) và tốc độ gió (v) của không khí. Nếu như giữ tốc độ gió (v) không đổi, như là ở nhiệt ẩm kế Asman, thì chênh lệch $\Delta t = t_k - t_u$ chỉ phụ thuộc vào độ ẩm φ . Do đó người ta đã tiến hành đo t_k và t_u để xác định độ ẩm φ của không khí. Nói cách khác, nhiệt độ ướt (t_u) chính là nhiệt độ không khí ứng với trạng thái bão hoà hơi nước ($\varphi = 100\%$) khi trạng thái không khí biến đổi *đoạn nhiệt* (nhiệt dung không đổi, $I = \text{const}$).

- *Nhiệt độ điểm sương (t_s)*: Trong thực tế ta thường thấy vào buổi sáng mùa Đông thường có sương mù, hay vào tháng III tháng IV hàng năm (thời kì chuyển mùa Đông sang Hè) ở nền nhà thường xảy ra hiện tượng đọng sương, dân gian thường gọi là nền nhà "đổ mồ hôi". Các hiện tượng sương mù xảy ra khi mà nhiệt độ không khí $\leq$ nhiệt độ điểm sương, còn hiện tượng nền nhà "đổ mồ hôi" xảy ra khi mà nhiệt độ mặt nền nhà $\leq t_s$.

Vậy nhiệt độ điểm sương chính là nhiệt độ của trạng thái không khí hạ nhiệt xuống tới trạng thái bão hoà hơi nước ($\varphi = 100\%$) mà dung ẩm của không khí không đổi - *đoạn ẩm* ($d = \text{const}$).

Việc xác định các trị số nhiệt độ ướt (t_w), nhiệt độ điểm sương (t_s) sẽ được minh hoạ ở hình 1.13 - Biểu đồ I-d.

2. Độ ẩm không khí

Không khí tự nhiên, theo danh từ chuyên môn, gọi là không khí ẩm, bởi vì nó bao gồm phần không khí khô (là các khí ôxy, nitơ, argon, cacbonic, v.v...) và một phần hơi nước chứa trong nó. Lượng nước chứa trong không khí ẩm nhiều hay ít phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, sự bốc hơi của các bề mặt xung quanh, mưa và hoàn lưu khí quyển (gió mang hơi ẩm từ nơi này sang nơi khác).

• Độ ẩm tuyệt đối của không khí

Độ ẩm tuyệt đối của không khí là thước đo đánh giá trị số tuyệt đối của lượng hơi nước có trong không khí ẩm, thường được đặc trưng bằng một trong ba đại lượng sau :

- *Lượng ẩm* (lượng hơi nước) tính bằng gr hơi nước chứa trong 1 m^3 không khí, được ký hiệu là f , đơn vị là gr/m^3 ;

- Dung ẩm không khí là lượng hơi nước chứa trong không khí tính trên 1 kg không khí khô, được ký hiệu là d , đơn vị là gr/kg.k.khò . Sở dĩ người ta dùng đơn vị đo của dung ẩm tính trên kg không khí khô là vì trong quá trình làm ẩm hay sấy khô không khí, trọng lượng phần khô trong không khí ẩm sẽ không biến đổi, cho nên việc dùng đơn vị này rất thuận lợi trong tính toán, thiết kế xử lý ẩm thực tế. Ví dụ như trong 1 không khí ẩm nặng 1122gr có 22gr hơi nước chứa trong nó, thì trọng lượng phần không khí khô là $1122 - 22 = 1100\text{gr}$ và dung ẩm của không khí sẽ là $d = \frac{22.1000}{1100} = 20 \text{ gr/kg.k.khò}$.

- *Áp suất riêng của hơi nước* (áp suất thủy phần) trong không khí. Như trên đã trình bày, không khí ẩm bao gồm 2 phần, phần không khí khô và phần hơi ẩm (hơi nước). Vì vậy áp suất của không khí tự nhiên (áp suất khí quyển) bao gồm áp suất của phần không khí khô và áp suất của phần hơi nước, áp suất của phần hơi nước này được gọi là áp suất riêng của hơi nước trong không khí. Áp suất riêng của hơi nước thường được ký hiệu là "e", đơn

vị đo tương tự như đơn vị đo áp suất nói chung, là mmHg (milimet cột thủy ngân) hay milibar (mbar).

Quan hệ giữa f (g/m^3), e (mmHg) và nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) của không khí ẩm được biểu diễn theo phương trình sau :

$$f = \frac{1,058e}{1 + \frac{t}{273}} \quad (1.18a)$$

- *Độ ẩm tương đối của không khí*

Độ ẩm tương đối của không khí là trị số so sánh tương đối giữa lượng ẩm thực tế chứa trong không khí với lượng ẩm ở trạng thái bão hoà (lượng ẩm tối đa có thể chứa trong không khí) ở cùng một nhiệt độ t . Độ ẩm tương đối của không khí thường được ký hiệu là ϕ , đơn vị đo là %, có biểu thức xác định như sau :

$$\phi = \frac{f}{F} 100\% = \frac{e}{E} 100\%; \quad (1.18b)$$

Trong đó : F , E lần lượt là lượng hơi nước và áp suất riêng của hơi nước của không khí ở trạng thái bão hoà hơi nước.

Trạng thái bão hoà hơi nước là trạng thái giới hạn tối đa của lượng hơi nước chứa trong không khí, nếu lượng hơi nước chứa trong không khí vượt quá trị số giới hạn này thì hơi nước sẽ biến thành thể lỏng, tách khỏi không khí. Các trị số E , F phụ thuộc vào nhiệt độ của không khí, nhiệt độ không khí càng cao thì khả năng chứa hơi nước của không khí càng lớn và trị số E , F càng tăng. Ở phụ lục 4 cho các trị số E , F tương ứng với mỗi trị số nhiệt độ của không khí.

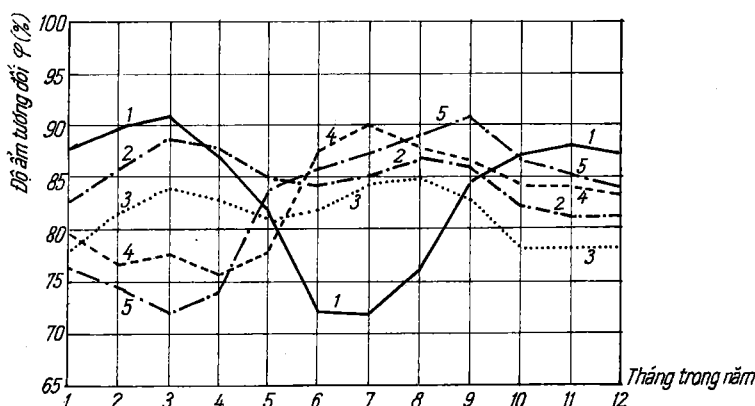
Độ ẩm cũng biến đổi theo giờ trong ngày (với chu kỳ bằng 24 giờ) và theo ngày tháng trong năm (mỗi năm có thể có một hay hai chu kỳ). Xu thế biến thiên chung của độ ẩm tương đối là nghịch đảo với biến thiên của nhiệt độ, nghĩa là lúc nhiệt độ cực đại thì độ ẩm cực tiểu và ngược lại.

Hình 1.10 cho tình hình độ ẩm biến thiên trong ngày của Hà Nội, nhìn hình vẽ, ta thấy quy luật phổ biến là độ ẩm tương đối cực đại lúc sáng sớm. Lúc này tuy lượng ẩm ít nhưng nhiệt độ thấp nên độ ẩm gần đạt tới trạng thái bão hoà. Độ ẩm cực tiểu vào buổi chiều, lúc 15 giờ, tuy rằng lúc này lượng bốc hơi bề mặt lớn, lượng hơi nước chứa trong không khí nhiều, nhưng

vì nhiệt độ cực đại nên độ ẩm tương đối lại thấp nhất. Hình 1.11 cho tình hình độ ẩm biến thiên trong năm của các địa điểm: Hà Nội, Lai Châu, Lạng Sơn, Đồng Hới và thành phố Hồ Chí Minh.

Chỉ xét 5 địa điểm trên làm ví dụ ta cũng thấy rằng biến thiên độ ẩm trong năm của các địa điểm không đồng nhất với nhau.

Ở Đồng Hới (đường cong 1 trong hình 1.11) một năm có mùa khô vào giữa mùa nóng (tháng VI, tháng VII) và một mùa ẩm vào mùa Đông Xuân (cực đại trong tháng II, tháng III).



Hình 1.11: Độ ẩm biến thiên trong năm của một số địa phương

1. Đồng Hới; 2. Hà Nội; 3. Lạng Sơn; 4. Lai Châu; 5. TP. Hồ Chí Minh.

Lai Châu (đường cong 4) trong một năm cũng có một mùa khô và một mùa ẩm, nhưng thời gian xuất hiện lại trái ngược với Đồng Hới. Mùa ẩm nhất của Lai Châu xuất hiện trong mùa nóng (tháng VI đến tháng VIII), còn mùa khô lại vào mùa Xuân (tháng II đến IV). Vì vậy trong mùa nóng khí hậu Lai Châu có tính khắc nghiệt hơn.

Ở Hà Nội (đường cong 2) và Lạng Sơn (đường cong 3), độ ẩm dao động có dạng gần giống nhau, trong một năm có hai mùa ẩm rõ rệt (ở các nước khác thường chỉ có 1 mùa ẩm trong năm). Hai mùa ẩm đó xuất hiện vào cuối Xuân (tháng III, tháng IV) và mùa Thu (tháng VII, tháng VIII). Còn mùa khô trong năm là thời kì lạnh nhất của năm (tháng XII, tháng I). Rất nhiều địa phương khác ở miền Bắc nước ta có dạng tương tự như trên.

Đường cong 5 là biến thiên độ ẩm ở thành phố Hồ Chí Minh.

Chế độ ẩm có hiện tượng đặc biệt như vậy là vì tình hình ẩm ướt của nước ta không chỉ phụ thuộc vào điều kiện bốc hơi bề mặt tại chỗ, mà còn chịu

ảnh hưởng rất lớn của gió mùa. Gió mùa thổi qua biển mang theo nhiều hơi nước (gió nồm) làm cho không khí ẩm thêm. Gió thổi qua lục địa hay qua miền núi khô thì mang lượng ẩm ít, làm cho không khí khô đi (như gió may, gió phơn).

3. Nhiệt dung của không khí

Nhiệt dung của không khí là lượng nhiệt chứa trong không khí ẩm mà phần không khí khô có trọng lượng là 1kg ở nhiệt độ và áp suất đã cho, nó bằng tổng nhiệt dung của không khí khô và của hơi nước chứa trong không khí và thường được kí hiệu là I.

Nhiệt dung phụ thuộc vào nhiệt độ và dung ẩm theo dạng:

$$I = 0,24t + (597,3 + 0,43t).d/1000, \text{ kcal/kg} \quad (1.19a)$$

hay

$$I = 1,005t + (2500 + 1,8t).d/1000, \text{ kJ/kg} \quad (1.19b)$$

Trong đó $0,24 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 1,005 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ - là tỉ nhiệt của không khí khô.

$0,597 \text{ kcal/g} = 2,5 \text{ kJ/g}$ là nhiệt hóa hơi của nước, tức là muốn cho 1 gam nước ở nhiệt độ $t = 0^\circ\text{C}$ bốc hơi hết, phải cung cấp cho nó một lượng nhiệt $0,597 \text{ kcal}$ hay $2,5 \text{ kJ}$. Như vậy mỗi gam hơi nước ở nhiệt độ $t = 0^\circ\text{C}$ đã chứa sẵn trong mình nó một lượng nhiệt là $0,597 \text{ kcal}$ hay $2,5 \text{ kJ}$;

$0,00043 \text{ kcal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 0,0018 \text{ kJ/g} \cdot ^\circ\text{C}$ là tỉ nhiệt của hơi nước;

t - nhiệt độ của khối không khí đang xét, $^\circ\text{C}$.

4. Tỷ trọng của không khí (γ_k).

Tỷ trọng của không khí là trọng lượng tính bằng kg của 1 m^3 không khí. Tỷ trọng của không khí khô phụ thuộc vào áp suất khí quyển và nhiệt độ của không khí. Ứng với áp suất khí quyển là $P_{kq} = 760 \text{ mmHg}$ và nhiệt độ không khí $t_k = 0^\circ\text{C}$ thì tỷ trọng của không khí khô $\gamma_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$.

Tỷ trọng của không khí khô ở nhiệt độ t ($^\circ\text{C}$) được xác định theo công thức sau :

$$\gamma_{t,kh\ddot{o}} = \frac{\gamma_0}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{1,293}{1 + \frac{t}{273}}, \text{ kg/m}^3; \quad (1.20a)$$

Trong đó : t - nhiệt độ của không khí ($^\circ\text{C}$)

- Tỷ trọng của không khí ẩm (trong không khí có chứa hơi nước) được xác định theo công thức sau :

$$\gamma_{t, \text{ẩm}} = \gamma_{t, \text{khô}} - 0,176 \frac{e}{T}, \text{ kg/m}^3; \quad (1.20b)$$

Trong đó :

e - áp suất riêng của hơi nước (áp suất thủy phần) trong không khí, mmHg;

T - nhiệt độ tuyệt đối của không khí $= t + 273, ^\circ\text{K}$.

Như vậy, tỷ trọng của không khí ẩm (không khí thông thường) nhỏ hơn tỷ trọng của không khí khô.

- Trọng lượng phần không khí khô trong 1 m^3 không khí ẩm được xác định theo công thức sau :

$$\gamma_{\text{khô/kk.ẩm}} = 0,465 \left(\frac{P_{\text{kq}} - e}{T} \right), \text{ kg/m}^3 \text{kk.ẩm} \quad (1.20c)$$

Trong đó : P_{kq} - áp lực của khí quyển, mmHg

5. Biểu đồ I-d

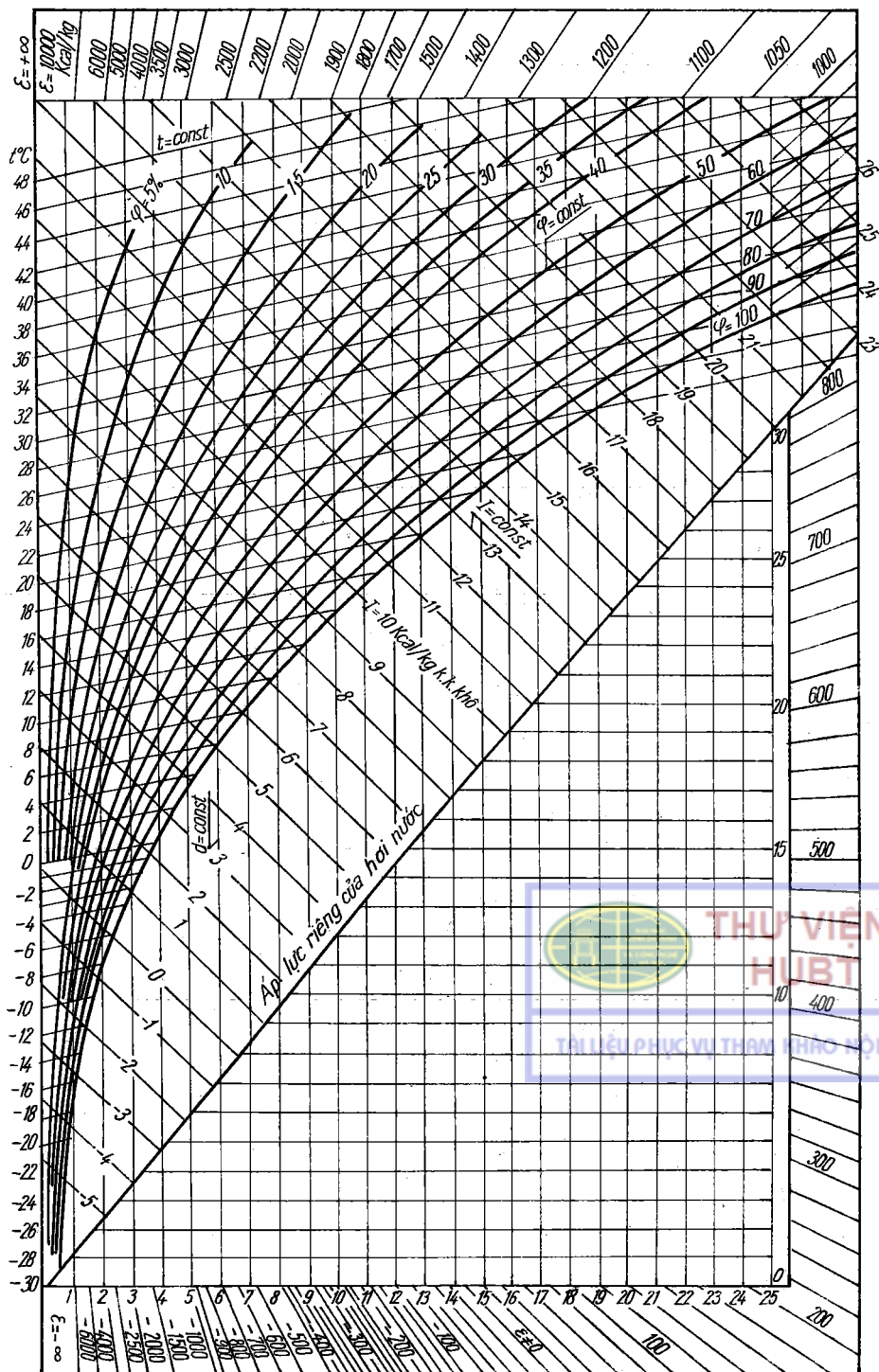
Bốn đại lượng vật lý của không khí ẩm : nhiệt độ (t), nhiệt dung (I), độ ẩm tương đối (ϕ) và dung ẩm (d) có quan hệ mật thiết với nhau và là cơ sở để xác định trạng thái của không khí, quan hệ toán - lý giữa chúng đã được biểu diễn bằng các phương trình (1.18), (1.19a), (1.19b) ở trên. Để dễ dàng xác định các trạng thái và các thông số vật lý của không khí ẩm trong thiết kế, căn cứ vào các phương trình quan hệ (1.18), (1.19a), (1.19b) Giáo sư L.K. Ramdin (người Nga) đã thiết lập biểu đồ I-d vào năm 1918.

Trên biểu đồ I-d (hình 1.12) thể hiện các đại lượng sau:

- Nhiệt độ không khí (t) - các đường $t = \text{const}$ (hằng số), $^\circ\text{C}$, là các đường nằm ngang lệch hướng lên trên, các trị số của t được ghi trên trục đứng bên trái của biểu đồ;

- Nhiệt dung của không khí (I) - các đường $I = \text{const}$, kcal/kgkk.không, là các đường chéo dốc xuống, các trị số của I được ghi trên mỗi đường biểu diễn I .

- Dung ẩm của không khí (d) - các đường $d = \text{const}$, gr hơi nước/kgkk.không, là các đường thẳng đứng, các trị số của d được ghi trên trục ngang của biểu đồ;



Hình 1.12. Biểu đồ I-d của không khí ẩm khi áp suất khí quyển = 760mmHg

- Độ ẩm tương đối của không khí (ϕ) - các đường $\phi = \text{const}$, %, là các đường cong trên biểu đồ, trị số của ϕ được ghi trên các đường cong;

- Áp lực riêng của hơi nước trong không khí (e), mmHg, được thể hiện bằng đường dóng thẳng $d = \text{const}$ xuống đường chéo "Áp lực riêng của hơi nước" rồi dóng ngang sang bên phải, trị số e được ghi trên trục đứng bên phải của biểu đồ.

- Các đường gạch chéo ở xung quanh biểu đồ I-d là các đường chéo xuyên qua gốc toạ độ 0, thể hiện hệ số góc của tia quá trình biến đổi ε (Kcal/kgkk)

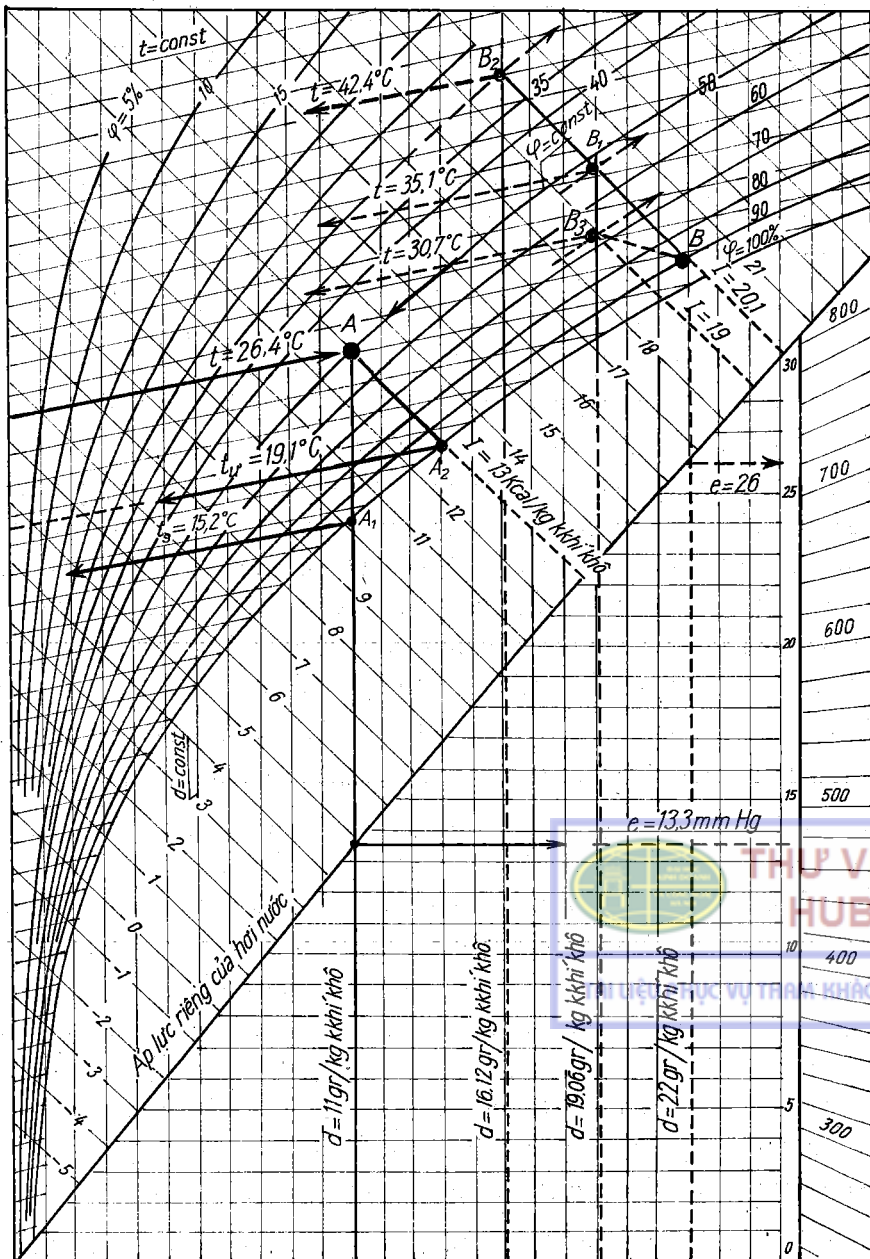
Cách sử dụng biểu đồ I-d

Biểu đồ I-d có nhiều công dụng. Khi biết 2 thông số vật lý của không khí thì giao điểm của hai đường biểu diễn thông số đó chính là điểm trạng thái của không khí trên biểu đồ I-d, từ điểm trạng thái này ta có thể dễ dàng xác định được các thông số vật lý còn lại của không khí. Biểu đồ I-d còn thường dùng để xác định các trạng thái không khí biến đổi khi làm lạnh (hút bớt nhiệt đi), khi sưởi ẩm (sấy nóng không khí), khi làm khô không khí (hút ẩm), làm ẩm không khí (tăng ẩm) hoặc khi hoà trộn các khối không khí với nhau. Độ chính xác của kết quả xác định bằng biểu đồ I-d thấp hơn tính toán theo công thức, nhưng có thể chấp nhận trong kỹ thuật.

Ví dụ 1.1. Cho biết nhiệt độ không khí $t = 26,4^\circ\text{C}$, độ ẩm $\phi = 50\%$, hãy dùng biểu đồ I-d xác định các thông số vật lý khác của không khí.

Giải : Trên biểu đồ I-d ta tìm giao điểm A của 2 đường $t = 26,4^\circ\text{C}$ và $\phi = 50\%$ (hình 1.13). Từ điểm A ta dóng thẳng xuống theo đường $d = \text{const}$, ta xác định được $d = 11 \text{ gr/kgkkkhô}$, đường này gặp đường $\phi = 100\%$ tại điểm A_1 , từ điểm A_1 dóng theo đường $t = \text{const}$, ta được trị số nhiệt độ điểm sương $t_s = 15,2^\circ\text{C}$, dóng tiếp tục đường này xuống gặp đường "áp lực riêng của hơi nước" rồi dóng ngang ta xác định được áp lực riêng của hơi nước trong không khí là $e = 13,3 \text{ mmHg}$. Từ điểm A ta dóng theo đường chéo $I = \text{const}$ xác định được nhiệt dung của không khí là $I = 13 \text{ kg/kg.kk.khô}$, đường dóng này gặp đường cong $\phi = 100\%$ tại điểm A_2 , từ điểm A_2 ta dóng theo đường $t = \text{const}$ và đọc được trị số nhiệt độ ướt của không khí là $t_U = 19,1^\circ\text{C}$.

Ví dụ 1.2. Cho một nhà kho có thể tích 150m^3 , đóng kín cửa, nhiệt độ không khí $t = 28^\circ\text{C}$, độ ẩm $\phi = 90\%$. Đặt máy hút ẩm trong phòng chạy sau 4 giờ hút ẩm được 1 lít nước. Hỏi sau 4 giờ hút ẩm nhiệt độ và độ ẩm của không khí trong phòng là bao nhiêu ?



Hình 1.13. Phương pháp sử dụng biểu đồ I-d để giải bài toán của ví dụ 1.1 và ví dụ 1.2

Giải : Từ thông số $t = 28^{\circ}\text{C}$, $\phi = 90\%$ ta xác định được điểm B là trạng thái không khí ban đầu (hình 1.13). Từ điểm trạng thái B ta xác định được nhiệt dung của không khí nhà kho là $I = 20,1 \text{ kcal/kg.k.khô}$; dung ẩm $d = 22 \text{ gr/kg.k.khô}$; áp lực thuỷ phần của không khí $e = 26 \text{ mmHg}$. Bài toán đặt ra là xác định điểm B₁ trạng thái không khí sau 4 giờ máy hút ẩm làm việc.

Trong thực tế bài toán này rất phức tạp, vì không khí trong nhà kho không những trao đổi nhiệt ẩm với máy hút ẩm mà còn trao đổi nhiệt ẩm với các kết cấu xung quanh và hàng chứa trong kho. Ta giải bài toán này bằng biểu đồ I-d với một số trường hợp giả thiết sau đây :

- **Giả thiết 1 :** cho rằng không khí nhà kho chỉ trao đổi nhiệt ẩm với máy hút ẩm, lượng nhiệt ẩm của không khí trao đổi với kết cấu xung quanh và hàng chứa trong kho là vô cùng nhỏ bé, có thể bỏ qua. Như vậy nhiệt dung của không khí trong kho sẽ giữ không đổi ($I = \text{const}$), tức là trạng thái không khí trong kho biến đổi "đoạn nhiệt", theo đường $I = \text{const}$. Máy hút ẩm sẽ làm cho dung ẩm của không khí biến đổi như sau : Theo công thức (1.20c) ta xác định được trọng lượng không khí khô trong 1 m^3 không khí ẩm của nhà kho là :

$$\gamma_{\text{khô, kk.ẩm}} = 0,465 \left(\frac{P_{Kq} - e_{\text{hn}}}{T} \right) = 0,465 \left(\frac{760 - 26}{28 + 273} \right) = 1,134 \text{ kg/m}^3;$$

Trọng lượng không khí khô của nhà kho là :

$$G_{\text{kk.khô}} = 1,134 \text{ kg/m}^3 \times 150 \text{ m}^3 = 170,1 \text{ kg},$$

do đó tổng dung ẩm (lượng nước chứa trong không khí) của không khí nhà kho là :

$$D_{\text{ẩm}} = G_{\text{kk.khô}} \times d = 170,1 \text{ kg.kk.khô} \times 22 \text{ gr/kg.kk.khô} = 3742,2 \text{ gr}.$$

Sau 4 giờ máy hút ẩm hút được 1000 gr nước, nên lượng nước trong không khí nhà kho còn lại là $D' = 3742,2 \text{ gr} - 1000 \text{ gr} = 2742,2 \text{ gr}$, tương ứng với

$$\text{dung ẩm mới là } d' = \frac{2742,2 \text{ gr}}{170,1 \text{ kgkk.khô}} = 16,12 \text{ gr/kgkk.khô}.$$

Từ 2 thông số $I = 20,1$ và $d = 16,12$ ta xác định được điểm trạng thái không khí sau 4 giờ hút ẩm là B₂ (hình 1.13). Ứng với điểm B₂ ta có nhiệt độ không khí nhà kho là $42,4^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm $\phi = 30\%$. Các trị số này khác với thực tế rất nhiều vì giả thiết như trên thường không có trong thực tế.

- **Giả thiết 2 :** cho rằng không khí nhà kho không trao đổi nhiệt, nhưng có trao đổi ẩm với kết cấu và hàng hoá. Khi hút ẩm không khí, độ ẩm của kết

cấu và hàng hoá cao hơn, chúng nhả ẩm vào không khí với lượng nhả ẩm sau 4 giờ là 0,5 kg nước.

Theo giả thiết này ta có dung ẩm của không khí sau 4 giờ máy hút ẩm hoạt động là $d = \frac{3742,2 - 1000 + 500}{170,1} = 19,06 \text{ gr/kgkk.khò}$.

Ứng với 2 thông số $I = 20,1$ và $d = 19,06$ ta xác định được điểm trạng thái không khí mới là B_1 (hình 1.13). Từ điểm B_1 ta xác định được sau 4 giờ hoạt động của máy hút ẩm, nhiệt độ không khí $t = 35,1^\circ\text{C}$ và độ ẩm $\phi \approx 53\%$.

- Giả thiết 3 : cho rằng trong quá trình hoạt động của máy hút ẩm, không khí trong kho vừa trao đổi ẩm (như giả thiết 2) vừa trao đổi nhiệt với kết cấu và hàng hoá trong kho. Khi máy hút ẩm hoạt động, nhiệt độ không khí tăng lên cao hơn nhiệt độ của mặt kết cấu và hàng hoá trong kho, nên nhiệt sẽ truyền từ không khí vào kết cấu và hàng hoá. Nói cách khác, kết cấu và hàng hoá sẽ hấp thụ nhiệt của không khí, giả dụ tính được lượng nhiệt hấp thụ đó là : 187 kcal.

Tổng nhiệt dung của không khí trong kho ban đầu là :

$Q_{\text{kk.khò}} = 170,1 \text{ kgkk.khò} \times 20,1 \text{ kcal/kgkk.khò} = 3419,0 \text{ kcal}$. Vậy sau 4 giờ hoạt động của máy hút ẩm, nhiệt dung của không khí trong kho sẽ là :

$$I = \frac{3419,0 - 187}{170,1} = 19 \text{ kcal/kgkk.khò}$$

Từ giao cắt của 2 đường đặc trưng nhiệt dung $I = 19 \text{ kcal/kgkk.khò}$ và dung ẩm 19,06 gr/kgkk.khò (kết quả tính từ giả thiết 2) ta xác định được điểm trạng thái của không khí theo giả thuyết 3 là điểm B_3 , từ điểm B_3 ta xác định được nhiệt độ của không khí nhà kho là $t_k = 30,7^\circ\text{C}$ và độ ẩm là $\phi = 66\%$. Kết quả xác định theo giả thiết 3 gần với thực tế hơn.

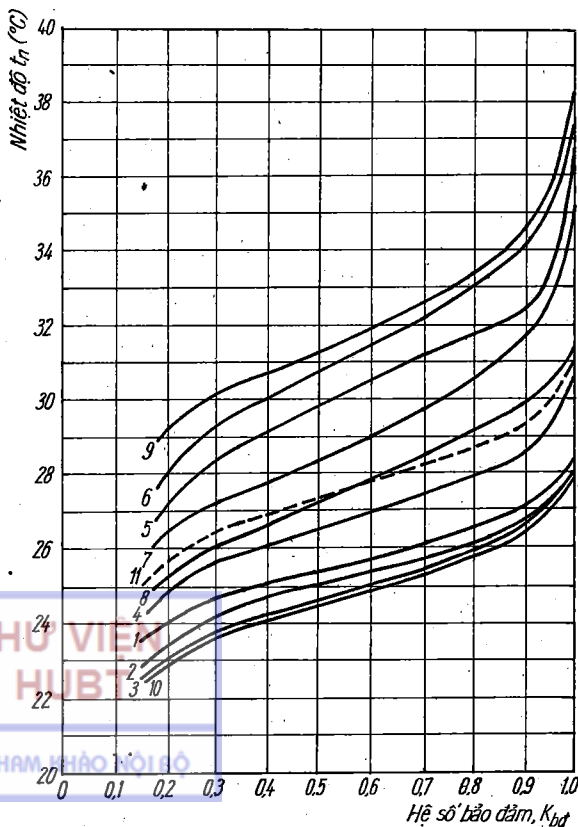
6. Trị số nhiệt độ và độ ẩm không khí ngoài nhà dùng trong tính toán

Tùy theo yêu cầu sử dụng khác nhau của công trình (xem bảng 1.2 và 1.3) mà xác định trị số tính toán nhiệt độ và độ ẩm ngoài nhà theo hệ số bảo đảm khác nhau. Nhiệt độ cũng như độ ẩm đều có tính biến thiên chu kì theo giờ trong ngày gần giống với dao động điều hòa, nên chúng có thể đặc trưng bằng 3 đại lượng: trị số trung bình trong ngày $t_{n.tb}$, $\phi_{n.tb}$, biên độ dao động trong ngày A_{t_n} ; A_{ϕ_n} và thời điểm xuất hiện trị số cực đại, cực tiểu, $Z_{t_n}^{\max}$, $Z_{\phi_n}^{\min}$.

- *Trị số tính toán của nhiệt độ và độ ẩm không khí trong mùa nóng*

Để xác định trị số tính toán khí hậu ngoài nhà, ta dùng số liệu đo lường trong nhiều năm do các đài khí tượng địa phương cung cấp (càng nhiều năm càng chính xác).

Để xác định trị số nhiệt độ theo hệ số bảo đảm, ta sắp xếp số liệu nhiệt độ đo lường từng giờ trong ngày mỗi tháng của nhiều năm thành các dãy thống kê xuất hiện từ trị số thấp đến cao. Hình 1.14 giới thiệu kết quả thống kê xác suất xuất hiện nhiệt độ trong tháng V tại Hà Nội.

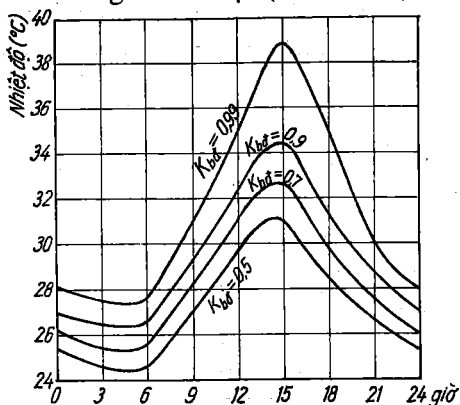


Hình 1.14. Xác suất xuất hiện của các số nhiệt độ khác nhau trong tháng V tại Hà Nội

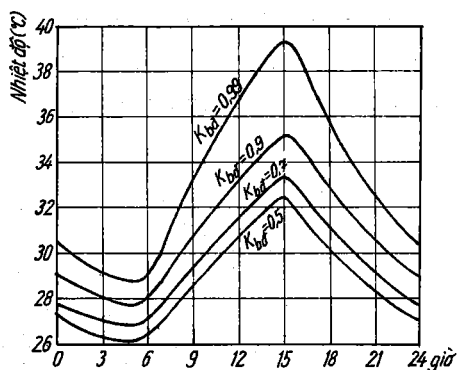
1. Lúc 0 giờ; 2. Lúc 3 giờ; 3. Lúc 6 giờ; 4. Lúc 9 giờ; 5. Lúc 12 giờ; 6. Lúc 15 giờ; 7. Lúc 18 giờ; 8. Lúc 21 giờ; 9. Cực đại; 10. Cực tiểu; 11. Trị số trung bình.

Từ hình 1.14 ta có thể vẽ đường cong nhiệt độ biến thiên trong ngày theo từng hệ số bảo đảm (hình 1.15).

Để đại diện cho điều kiện khắc nghiệt của khí hậu mùa nóng, người ta thường dùng số liệu khí hậu của 3 tháng nóng nhất trong năm là các tháng VI, VII, VIII. Tổng hợp thống kê xác xuất hiện nhiệt độ của ba tháng trên, ta có thể thành lập biểu đồ biến thiên nhiệt độ đại diện cho mùa nóng ở Hà Nội (hình 1.16).



Hình 1.15: Biến thiên nhiệt độ trong ngày của tháng V ứng với hệ số bảo đảm khác nhau tại Hà Nội



Hình 1.16: Biến thiên nhiệt độ trong ngày tượng trưng của mùa nóng, ứng với các hệ số bảo đảm khác nhau tại Hà Nội

Từ số liệu trên hình 1.16 ta có thể xác định các trị số tính toán về nhiệt độ không khí ngoài nhà trong mùa nóng ở Hà Nội (bảng 1.4a).

Bảng 1.4a. Trị số tính toán của nhiệt độ và độ ẩm không khí về mùa nóng ở Hà Nội

Hệ số bảo đảm của nhiệt độ $K_{bd}(t_n)$	Biên độ dao động nhiệt độ trong ngày $A_{t_n} = t_{n, tb}$ °C	Nhiệt độ và độ ẩm trung bình trong ngày		Nhiệt độ cực đại trong ngày và độ ẩm cực tiểu tương ứng		Nhiệt độ cực tiểu trong ngày và độ ẩm cực đại tương ứng	
		$t_{n, tb}$ (°C)	$\varphi_{n, tb}$ (%)	$t_n^{\max}$ (°C)	$\varphi_n^{\min}$ (%)	$t_n^{\min}$ (°C)	$\varphi_n^{\max}$ (%)
0,99	5,8	32,3	65	38,1	45	28,7	94
0,90	4,1	30,3	85	34,4	65	27,2	96
0,70	3,7	29,0	90	32,7	75	26,3	96
0,50	3,6	28,1	90	31,7	80	25,5	96

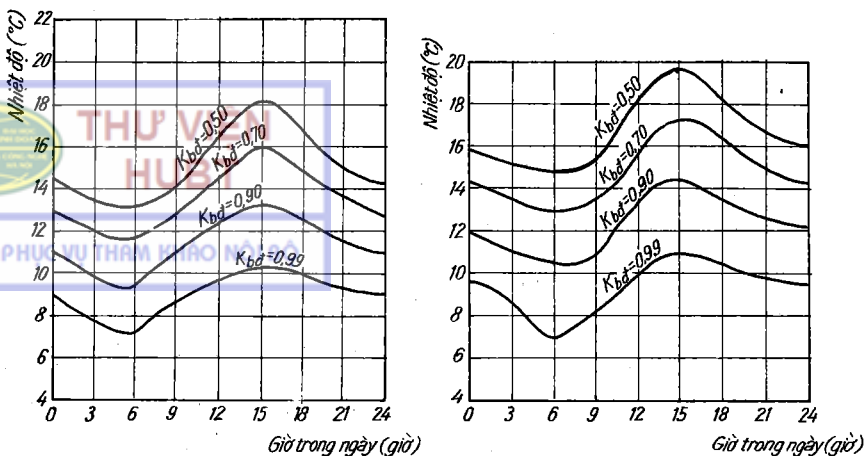
Chú thích : Trị số cực đại của nhiệt độ và trị số cực tiểu của độ ẩm không khí thường xuất hiện vào lúc 15 giờ, tức là $Z_1^{\max} = Z_{\phi}^{\min} \approx 15$ giờ.

Biến thiên của độ ẩm không khí luôn luôn ngược với biến thiên của nhiệt độ. Trị số cực đại của nhiệt độ không khí tương ứng với trị số cực tiểu của độ ẩm không khí, nên biên độ dao động của độ ẩm không khí dùng trong tính toán sẽ bằng hiệu số giữa trị số trung bình và trị số cực tiểu, tức là:

$$A_{\phi_n} = \phi_{n, tb} - \phi_n^{\min} \quad (1.21)$$

Để xác định trị số tính toán về độ ẩm ta cần tiến hành thống kê số liệu đo lường về độ ẩm theo hệ số bảo đảm quy ước của sự xuất hiện độ ẩm không khí ứng với trị số nhiệt độ tính toán của không khí đã cho (công thức 1.17). Bằng cách thống kê số liệu đo lường độ ẩm của 3 tháng nóng nhất trong mùa nóng của những năm gần đây, ta xác định được các trị số tính toán về độ ẩm không khí ngoài nhà ở Hà Nội (bảng 1.4a).

Ví dụ, khi tính toán nhiệt truyền qua mái nhà, nếu dùng trị số bức xạ mặt trời $I_{lb} = 366 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, $A_l = 741 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ (bảng 1.1) và trị số nhiệt độ không khí $t_{n, lb} = 30,3^\circ\text{C}$; $A_m = 4,1^\circ\text{C}$ (bảng 1.4) thì hệ số bảo đảm chung của khí hậu ngoài nhà là: $K_{bd} = K_{bd}(I) \cdot K_{bd}(t_n) = 1 \times 0,9 = 0,9$. Với $K_{bd} = 0,9$, các trị số tính toán trên có thể dùng để tính toán cho mái nhà dân dụng thường xuyên có người ở, hoặc nhà công nghiệp có yêu cầu công nghệ với mức chính xác cấp hai (bảng 1.2 và 1.3).



Hình 1.17: Sự biến thiên nhiệt độ trong ngày về mùa lạnh ứng với các hệ số bảo đảm khác nhau tại Hà Nội. a) Nhiệt độ không khí trong tháng I; b) Nhiệt độ không khí trong ba tháng lạnh nhất (tháng XII, tháng I và tháng II).

Khi tính toán điều tiết không khí cho công trình trên, nếu ta cũng dùng trị số bức xạ mặt trời và nhiệt độ không khí như trên thì theo bảng 1.4, độ ẩm không khí phải lấy bằng $\varphi_{n,lb} = 85\%$, $\varphi_n^{\max} = 96\%$ và $\varphi_n^{\min} = 65\%$.

- *Trị số tính toán của nhiệt độ không khí mùa lạnh*

Tương tự như đối với mùa nóng, để xác định trị số nhiệt độ theo hệ số bảo đảm trong mùa lạnh ta cũng sắp xếp số liệu nhiệt độ đo từng giờ trong ngày mỗi tháng của nhiều năm thành các dãy thống kê xuất hiện từ trị số cao nhất đến trị số thấp nhất (ngược lại với mùa nóng).

Hình 1.17 giới thiệu kết quả thống kê nhiệt độ không khí ngoài nhà ở Hà Nội trong tháng I (tháng lạnh nhất) với xác suất bảo đảm khác nhau (hình 1.17a) và của ba tháng lạnh nhất trong năm (tháng XII, tháng I và tháng II), đặc trưng cho điều kiện khí hậu mùa lạnh (hình 1.17b). Từ hình 1.17b ta xác định được các trị số tính toán nhiệt độ mùa lạnh tùy theo xác suất bảo đảm khác nhau (bảng 1.4b).

Bảng 1.4b. Trị số tính toán của nhiệt độ không khí trong mùa lạnh ở Hà Nội

Hệ số bảo đảm $K_{bd} (t_n)$	Nhiệt độ trung bình trong ngày $t_{t,lb} (^\circ\text{C})$	Biên độ dao động nhiệt độ trong ngày $A_{tm} (^\circ\text{C})$
0,99	9,3	1,7
0,90	12,2	1,8
0,70	14,8	2,5
0,50	16,7	3,1

1.1.3. Gió

Gió có vai trò quan trọng trong sự hình thành các yếu tố vi khí hậu, có quan hệ trực tiếp đến thiết kế công trình kiến trúc như chọn hướng nhà, khoảng cách giữa các công trình, tổ chức mặt bằng, mặt cắt nhà cửa, các biện pháp chống nóng mùa Hè, chống lạnh mùa Đông v.v...

Hiệu quả của gió đưa đến các tác dụng sau đây:

Tác dụng tốt	Tác dụng xấu
- Gió là phương tiện chủ yếu để thông gió tự nhiên; - Gió làm bốc hơi ẩm, làm khô bề mặt nhà cửa; - Gió gây cảm giác mát trong mùa nóng; - Gió làm kết cấu tỏa nhiệt nhanh; - Gió là một nguồn năng lượng	- Gió làm khuếch tán bụi, khói, hơi độc; - Gió làm mưa hắt vào nhà, làm hơi nước thấm mạnh vào kết cấu; - Gió làm lạnh trong mùa Đông; - Gió mạnh làm nhà cửa rạn nứt, xiêu vẹo, sập đổ v.v...

Gió được biểu thị bởi ba đặc trưng cơ bản:

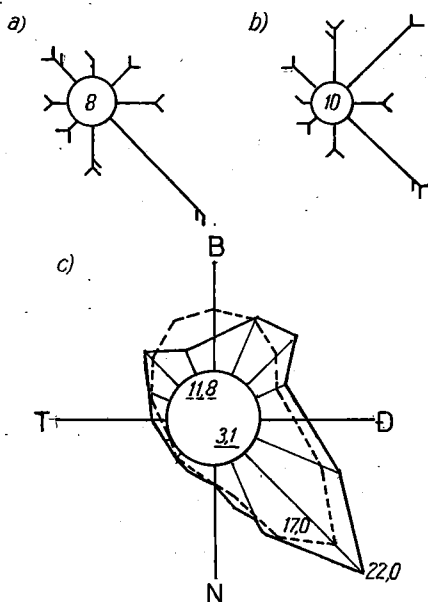
1. Hướng chuyển động của không khí (hướng gió), trong khí hậu học, người ta phân chia thành 16 hướng trên cơ sở của 4 hướng chính là Đông, Tây, Nam, Bắc;

2. Tốc độ chuyển động của không khí (tốc độ gió), đo bằng đơn vị m/s hay km/h;

3. Tần suất gió theo từng hướng, là tỉ số tính theo phần trăm số lần xuất hiện gió trên hướng đó so với toàn bộ lần đo.

Người ta thể hiện ba đại lượng trên trong hình hoa gió. Hoa gió có thể vẽ theo trung bình toàn năm hay trong tháng lạnh nhất hoặc nóng nhất như hình 1.18 biểu thị.

Chữ số trong vòng tròn ở hình hoa gió là tần suất lặng gió (%). Độ dài của tia chỉ tần suất hướng gió



Hình 1.18: Hoa gió

- a) Hoa gió Hà Nội mùa nóng;
b) Hoa gió Hà Nội mùa lạnh;
c) Hoa gió Hà Nội trung bình năm;

----- trung bình của các năm
1943 - 1944, 1950 - 1952
— trung bình của các năm
1959 - 1960.

(%) so với tổng số lần quan trắc có gió (thường lấy $1\text{mm} = 2\%$). Đuôi của tia chỉ tốc độ gió trung bình theo hướng gió ($1\text{ đuôi} = 1\text{ m/s}$). Trị số ghi ở cánh dài nhất ở hình 1.18c là tần suất gió của hướng đó (hướng thịnh hành nhất).

Biểu diễn hoa gió như hình 1.18a, b ưu việt hơn hình 1.18c.

Biến trình ngày của tốc độ gió thường có đặc điểm rõ rệt: ban đêm tốc độ gió nhỏ nhất, khi mặt trời mọc bắt đầu tăng lên và đạt tới cực đại sau buổi trưa, tiếp đó lại giảm dần xuống. Diễn biến đó rõ nét nhất trong các ngày trời quang mây. Ngày nhiều gió và ngày u ám, mức biến thiên trong ngày ít hơn.

Nhìn chung, ở nước ta có 3 loại gió chính là gió mùa Đông Bắc, gió mùa Đông Nam và gió mùa Tây Nam.

1. Gió mùa Đông Bắc

Trong mùa lạnh ở miền Bắc nước ta hay có gió mùa Đông Bắc. Những đợt gió mùa Đông Bắc đầu mùa thường xảy ra vào hạ tuần tháng IX và những đợt cuối vào tháng V, tháng VI năm sau. Gió mùa Đông Bắc thường mang theo rét đột ngột, nhiệt độ ngày hôm sau so với ngày hôm trước thấp hơn từ 5° đến 7° , có khi trên 10° . Nhiệt độ thay đổi bất thường làm cho con người và gia súc dễ bị cảm lạnh.

Ngoài ra, cũng nên thấy rằng ở miền Bắc nước ta trong mùa rét có hai loại gió mùa Đông Bắc, do xuất xứ khác nhau nên tính chất cũng khác nhau:

- Gió mùa Đông Bắc cực đới xuất phát từ vùng áp cao ở Mông Cổ và Xibêri (Liên bang Nga), mang lại không khí cực đới lục địa có tính tương đối khô và lạnh. Có thể coi đó là sự phát triển của gió mùa Đông Bắc Á xuống các vĩ độ trên miền Bắc nước ta.

- Gió mùa Đông Bắc nhiệt đới mang lại không khí nhiệt đới hóa, ẩm và ấm. Có thể đồng nhất hóa gió mùa này với tín phong của vùng nhiệt đới và đó cũng là gió mùa lạnh bình thường ở khu vực Đông Nam Á.

2. Gió mùa Tây Nam và gió phơn nóng (gió Lào)

Về mùa nóng, nước ta chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam. Gió Tây Nam thổi từ Thái Lan, Lào, ở phía Tây Nam sang. Những đợt gió Tây sớm bắt đầu từ tháng IV và những đợt muộn vào thượng tuần tháng IX.

Gió mùa Tây Nam có nhiều nguồn gốc:

- Gió mùa Tây Nam có nguồn gốc từ tín phong Nam Bán cầu, bị lệch hướng khi vượt qua xích đạo, có tính chất ẩm ướt và không nóng lắm;

- Gió mùa Tây Nam là gió mùa khu vực Tây Nam Á, có tính chất nóng và ít ẩm hơn, loại gió này chiếm ưu thế trong đầu mùa nóng. Nguồn gió Tây Nam này đi qua vùng đồng bằng rộng lớn của Miến Điện, Thái Lan, cuối cùng qua dãy núi Trường Sơn hoặc Thượng Lào tràn vào nước ta.

Như chúng ta đã biết, khi gió vượt qua núi, càng lên cao thì nhiệt độ càng giảm, hơi nước đọng lại và tạo thành mưa. Như vậy không khí lúc đầu ở chân núi còn nóng và ẩm, khi tới đỉnh núi thì trở thành mát và độ ẩm tuyệt đối giảm, khi xuống thấp không khí sẽ nóng dần lên (trung bình xuống 100m tăng gần 1°C). Vì thế, khi tới chân núi bên này, không khí nóng hơn và khô hơn so với trạng thái không khí lúc đầu ở chân núi bên kia. Núi càng cao, không khí vượt qua càng khô, càng nóng hơn. Đó là nguyên nhân hình thành gió Tây Nam nóng khô (phơn nóng) ở nước ta.

Trong những ngày có gió phơn nóng, nhiệt độ tối cao thường vượt quá 35°C và độ ẩm tương đối hạ thấp tới 45%. Tuy nhiên số ngày có gió phơn nóng ở mức này không quá 10 - 25 ngày một năm. Nhân dân ta thường gọi gió Tây Nam nóng khô là gió "Lào". Mùa nóng, gió "Lào" có ảnh hưởng chủ yếu từ khu vực Nghệ An trở vào Thừa Thiên Huế.

3. Gió mùa Đông Nam

Ở nước ta, ngoài hai loại gió mùa: Đông Bắc và Tây Nam, còn có một loại gió rất thịnh hành là gió mùa Đông Nam. Do sự phân bố không đều khí áp ở phía Bắc và Thái Bình Dương nên gió Đông Nam không những thấy trong mùa nóng mà còn có cả trong mùa lạnh.

Trong mùa lạnh, biển nóng hơn lục địa, nên khi qua biển Đông không khí trở thành nóng và ẩm, nên gió mùa Đông Nam trong mùa lạnh đem lại thời tiết ẩm áp dễ chịu. Về mùa nóng, biển mát hơn lục địa nên gió mùa Đông Nam mang theo không khí mát và ẩm. Như vậy, gió mùa Đông Nam là loại gió rất tốt, trong thiết kế công trình kiến trúc cần tận dụng nguồn gió tự nhiên này để tổ chức thông gió tự nhiên cho công trình.

Ngoài ba dạng gió chính có tính phổ biến ở trên, còn có các loại gió địa phương, khi thiết kế cần phải lưu tâm đến, như gió đất và gió biển, gió núi và thung lũng v.v...

4. Con dông

Con dông là những cơn gió lớn thổi đột ngột và diễn ra rất ngắn. Ở nước ta phổ biến là dông nhiệt, dông địa hình, còn dông động lực chỉ xuất hiện

khi có gió mùa Đông Bắc. Khi có đông, thường có kèm theo mưa lớn (mưa rào), gió giạt, sét, vòi rồng, mưa đá. Sức gió trong vòi rồng rất mạnh, có khi lên tới 400 km/h, gây ra nhiều thiệt hại, có thể phá đổ nhiều nhà cửa. Xét trong toàn năm, số ngày đông trên miền Bắc nước ta thường dao động trong khoảng 70 đến 100 ngày. Vùng nhiều đông nhất trên miền Bắc là Tiên Yên - Móng Cái (tỉnh Quảng Ninh). Tại đây, hàng năm có khoảng 100 - 110 ngày đông. Tháng nhiều đông nhất là tháng VII - VIII, có tới 25 ngày. Khu vực chuyển tiếp giữa vùng núi và đồng bằng, số ngày đông khoảng trên 100. Các vùng còn lại, có số ngày đông từ 90 đến 100. Nơi ít đông nhất trên miền Bắc là vùng Quảng Bình, hàng năm chỉ có dưới 80 ngày đông. Nhìn chung, ở miền Bắc mùa đông tập trung trong khoảng từ tháng V đến tháng IX.

Miền Nam cũng có khá nhiều đông, trung bình hàng năm quan sát được từ 40 đến 140 ngày tùy nơi. Khu vực nhiều đông nhất là đồng bằng Nam Bộ, số ngày đông trung bình hàng năm lên tới 120 - 140 ngày (thành phố Hồ Chí Minh 138 ngày, Hà Tiên 129 ngày (vùng duyên hải Trung Bộ ít đông hơn, hàng năm khoảng 60 - 70 ngày, từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi, còn 40 - 50 ngày. Tây Nguyên ít đông hơn nhiều so với Nam Bộ, số ngày đông hàng năm tùy nơi, khoảng 50 - 60 ngày. Mùa đông ở miền Nam, nói chung trùng với mùa gió mùa Hè.

5. Bão

Bão là gió xoáy khổng lồ, gây ra những biến động thời tiết rất mạnh. Đa số các trận bão có ảnh hưởng hoặc đổ bộ lên nước ta đều bắt nguồn từ biển Đông (chiếm 60%). Còn bão bắt nguồn từ vùng Thái Bình Dương thì ít hơn (chiếm 40%). Trong tháng VI, tháng VII, tháng VIII đường đi của bão có khuynh hướng dịch lên phía Bắc, tháng IX, tháng X và tháng XI có khuynh hướng đi về phía Nam. Như vậy bão ở nước ta thường đi theo hướng Tây hay Tây Bắc và chỉ thịnh hành trong khoảng từ tháng VII đến tháng XI. Theo thống kê trong thời kì 55 năm trung bình mỗi năm có khoảng 3,7 cơn bão đổ bộ vào nước ta, tuy nhiên có năm có tới 11 cơn bão như năm 1964. Năm ít bão nhất chỉ có một cơn, có năm lại không có (1922, 1945).

1.1.4. Lượng mưa

Nước bốc hơi từ mặt Trái đất bay lên không trung, ngưng kết dưới trạng thái rắn hay lỏng rồi rơi xuống mặt đất gọi là mưa (mưa thường, mưa đá, mưa tuyết, sương muối).

Người ta đánh giá lượng mưa rơi bằng mm chiều dày lớp nước tạo nên trên mặt phẳng do mưa gây ra. Trị số này được tính bằng tổng lượng mưa trong một năm, một tháng, một ngày hay một trận mưa v.v... Lượng mưa nhiều hay ít phụ thuộc vào nhiều yếu tố như vĩ độ địa lí, lục địa hay miền duyên hải và điều kiện khí hậu. Ở nước ta, lượng mưa còn chịu ảnh hưởng rất lớn của nhiều động gió mùa và địa hình địa phương.

Nhìn chung ở miền Bắc nước ta có mưa khá nhiều, lượng mưa năm thường dao động trong khoảng 1600 - 2400mm. Ở miền núi cao, lượng mưa nhiều hơn vùng đồng bằng và vùng núi thấp, chẳng hạn mưa ở Sa Pa (2758mm) nhiều hơn trạm Lào Cai (1717mm) và Hà Nội (1763mm). Ở Trung Bộ mưa lớn hơn ở Bắc Bộ. Ở miền Bắc có nhiều trung tâm mưa lớn: Bắc Quang, Hoàng Liên Sơn, vùng núi bắc Tây Bắc, Móng Cái, Hoàng Sơn. Ở miền Nam cũng có một số trung tâm mưa lớn, phần nhiều nằm trên rẻo cao Trường Sơn, có điều kiện đón gió cả hai mùa: Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, bắc cao nguyên Nam Trung Bộ, Plâycu.

Lượng mưa rơi ở các trung tâm mưa thường đạt tới 2500 - 3500 mm/năm, có khi đạt trên 4000mm/năm (Bắc Quang: 4733mm, Ba Na: 5013 mm/năm).

Nói chung, toàn miền Bắc nước ta có mùa mưa kéo dài, bắt đầu từ tháng V và kết thúc vào tháng X, tháng XI. Hà Giang, Lai Châu có mưa lớn nhất vào tháng VII, Hà Nội - tháng VIII, Vinh - tháng IX, Đồng Hới - tháng X.

Mưa ở nước ta có đặc điểm là không điều hòa và rất tập trung. Ở Bắc Bộ, trong mùa mưa (tháng V đến tháng X), lượng mưa chiếm tới 80 - 85% lượng mưa toàn năm, tháng mưa lớn nhất đạt tới 300 - 400mm hoặc cao hơn (như Tam Đảo trên 600mm).

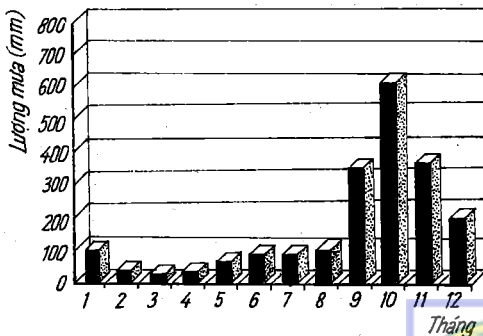
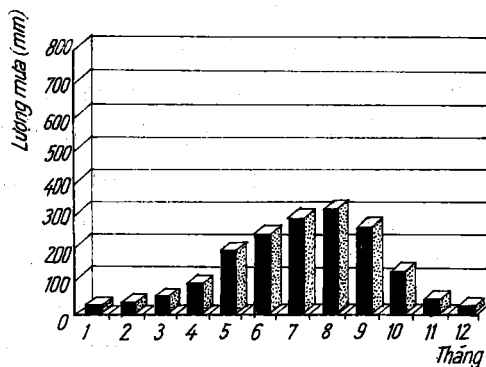
Miền núi tập trung trong mùa mưa (từ tháng IV đến tháng IX) chiếm tới 85 - 90% tổng lượng mưa toàn năm. Tháng mưa lớn nhất đạt tới 300 - 400mm đặc biệt ở một số nơi mưa lớn hơn 600mm, như Sinh Lộ, Than Uyên.

Vào miền Trung, mùa mưa có khuynh hướng kéo dài hơn, cũng bắt đầu từ tháng V nhưng kết thúc muộn hơn, như Nghệ An là tháng XI, Hà Tĩnh trở vào là tháng XII, mưa nhiều từ tháng IX đến tháng XI. Lượng mưa tập trung trong tháng mưa lớn nhất đạt tới 400 - 600mm, có nơi lượng mưa tập trung vào một tháng rất lớn như ở các trạm Tu Dung (930,6mm), Rao Bưởi (724,2mm), Sông Trí (699mm), thuộc các tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh và Ròn (691,3mm), Lệ Thủy (677,9mm), thuộc tỉnh Quảng Bình.

Ở miền Nam có mùa mưa từ tháng V đến tháng XI, trong 6 tháng này mưa phân bố đều hòa hơn miền Bắc.

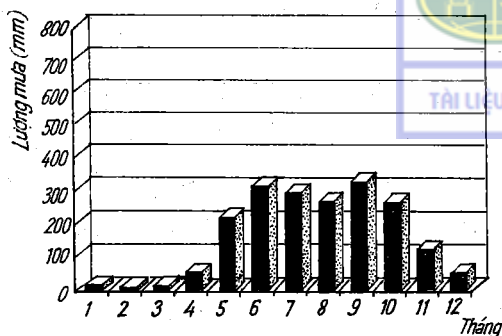
Ở hình 1.19 giới thiệu diễn biến lượng mưa trung bình tháng biến thiên trong năm của Hà Nội, Đà Nẵng và TP. Hồ Chí Minh để minh họa.

**TRẠM
HÀ NỘI**



**TRẠM
ĐÀ NẴNG**

**TRẠM
TÂN SƠN NHẤT**



Hình 1.19: Diễn biến lượng mưa trung bình tháng trong năm ở Hà Nội, Đà Nẵng và TP. Hồ Chí Minh

Lượng mưa tập trung trong một ngày hay trong một trận mưa ở nước ta lại càng lớn. Ở hầu hết các nơi đều có lượng mưa vượt trên 100 mm/ngày

(150 - 250 mm/ngày). Một số nơi đạt trên 300 mm/ngày, gần bằng 1/5 - 1/6 lượng mưa toàn năm, như ở Thái Nguyên, Hải Ninh, Quảng Yên, Hà Tĩnh, Quảng Bình và một số trạm thuộc Thanh Hóa như: Phong Y, Phúc Địa, Bái Thượng, Thanh Hóa.

Thời kì mưa "ngâu" tháng VIII có từng đợt mưa cách nhau vài ngày. Nguyên nhân là do trong thời gian đó, dải hội tụ nhiệt trên miền Bắc nước ta tồn tại từng đợt vài ngày một.

Ở các tỉnh miền Trung và miền Nam các tháng ít mưa là tháng I, tháng II.

Một điều cần chú ý là mưa ở nước ta có tính không ổn định rõ rệt (do ảnh hưởng của các loại gió mùa). Hàng năm, lượng mưa có thể xê dịch so với trị số trung bình từ vài trăm đến vài nghìn mm. Năm mưa lớn nhất có thể gấp 3 - 4 lần lượng mưa năm trung bình. Lượng mưa hàng tháng lại càng thất thường hơn.

1.1.5. Sấm sét

Sấm sét là sự phóng điện giữa các đám mây mang điện với nhau, hoặc giữa đám mây mang điện với mặt đất. Dòng điện do sét gây ra rất lớn, thường trên 2,5kA và có thể đạt tới 400 đến 500kA. Sấm sét thường xuất hiện khi có dông, là lúc có những luồng gió mạnh làm cho các đám mây tích vũ chuyển động mãnh liệt theo chiều thẳng đứng (trên 10 m/s), hơi nước phân thành các hạt nhỏ mang điện, một bộ phận mang điện tích dương, một số ít mang điện tích âm và tạo thành những thế hiệu điện cực kì lớn (có thể đạt tới 20.000 - 30.000 V/cm) giữa các đám mây với nhau hoặc giữa đám mây với mặt đất, tạo điều kiện cho hiện tượng phóng điện xuất hiện. Sấm sét luôn gắn liền với cơn dông, vì vậy đặc điểm của sự xuất hiện dông đồng thời cũng là đặc điểm của sấm sét ở nước ta.

Điều kiện để xuất hiện sét đánh trong cơn dông còn phụ thuộc vào tình hình mặt đất. Ở những nơi cao (nhà cao), những nơi có vật dẫn điện mạnh (có mỏ kim loại), những nơi đất ẩm ướt v.v... thường dễ bị sét đánh. Vì vậy làm nhà ở các khu vực này cần hết sức chú ý chống sét. Biện pháp chủ yếu chống sét là nối đất, tạo ra lối thoát cho dòng điện do sét gây ra. Hệ thống chống sét gồm đầu thu lôi (tập trung hoặc phân tán thành mạng lưới), dây dẫn và cực nối đất. Cực nối đất thường được cấu tạo bằng thanh thép định hình, thép ống hoặc thép dẹt, chôn sâu dưới đất. Cực nối đất to hay nhỏ phụ

thuộc rất nhiều vào điện trở suất của đất mỗi nơi. Thực tế cho thấy ở những vùng có điện trở suất cao, như vùng đồi núi, phải tốn một lượng sắt thép khá lớn làm cực nối đất mới đạt được trị số quy định của điện trở tản. Chẳng hạn với đất ở vùng Hà Nội có điện trở suất 1.10^4cm (giới hạn trên) ta phải dùng 50m sắt tròn đường kính 20mm để đạt được điện trở tản là 4Ω . Nhưng với đất ở thị trấn Xuân Hòa, có điện trở suất 1.10^5cm , lượng sắt tròn cần thiết để làm cực nối đất phải lớn hơn khoảng 30 lần.

Để giảm bớt chi phí xây dựng, hợp lý hóa việc sử dụng sắt thép, trong những năm gần đây ở nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu thành công việc lợi dụng những kết cấu kim loại ngầm hoặc chôn một phần dưới đất làm vật nối đất như: ống nước và ống kim loại khác chôn trong đất, các ống chôn đúng như ống giếng nước, ống khoan (trừ ống dẫn các chất dễ cháy, nổ và các ống có quét sơn chống gỉ ở ngoài), kết cấu kim loại và cốt thép của các kết cấu bê tông cốt thép có nối với đất

1.2. ĐẶC ĐIỂM KHÍ HẬU VIỆT NAM

1.2.1. Những nhân tố hình thành khí hậu Việt Nam

Ngay từ những nghiên cứu của khí hậu cổ điển, người ta đã xác định được 3 nhân tố cơ bản tạo thành khí hậu trên mọi khu vực trên bề mặt trái đất là :

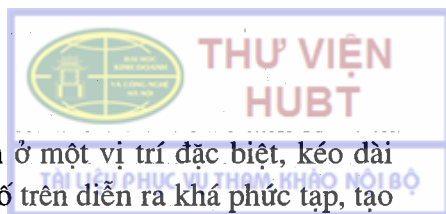
- Bức xạ mặt trời;
- Hoàn lưu khí quyển;
- Đặc điểm địa lý, địa hình khu vực.

Lãnh thổ Việt Nam không lớn nhưng nằm ở một vị trí đặc biệt, kéo dài theo kinh hướng, nên sự kết hợp giữa 3 nhân tố trên diễn ra khá phức tạp, tạo nên một mô hình khí hậu đa dạng trên toàn lãnh thổ.

Dưới đây trình bày các đặc điểm khí hậu Việt Nam dựa theo tài liệu nghiên cứu của TS. Trần Việt Liên [24, 31].

Bức xạ mặt trời :

Vùng nội chí tuyến (từ vĩ độ $23^{\circ}27'N$ đến vĩ độ $23^{\circ}27'B$) có chế độ mặt trời riêng. Ở đây hàng năm có 2 lần mặt trời đi qua thiên đỉnh (bảng 1.5). Vì thế độ cao mặt trời khá lớn nên thời gian ban ngày của mặt trời kéo dài hơn những nơi khác (bảng 1.6).



Ngay những tháng mùa Đông, độ cao mặt trời lúc giữa trưa cũng không xuống dưới 45°. Độ dài ban ngày lớn và khác nhau không nhiều trong năm (11-14 giờ) (bảng 1.6)

Bảng 1.5. Những ngày có mặt trời đi qua thiên đỉnh.

Vĩ độ B	Lần 1	Lần 2
5	3/IV	10/IX
10	17/IV	28/VIII
15	2/V	12/VIII
20	21/V	24/VII

Bảng 1.6. Độ cao mặt trời giữa trưa và độ dài ban ngày ở vĩ độ 10°B và 20°B

Ngày tháng	Vĩ độ 10°B		Vĩ độ 20°B	
	Độ cao mặt trời (độ)	Độ dài ban ngày (giờ)	Độ cao mặt trời (độ)	Độ dài ban ngày (giờ)
15/I	58,45	11,37	48,45	11,30
15/IV	89,31	12,24	79,31	12,36
15/VII	78,22	12,48	88,22	13,14
15/X	71,45	12,53	61,45	11,40

Chính chế độ mặt trời đó của vùng nội chí tuyến đã quyết định về cơ bản chế độ bức xạ phong phú, chế độ khí hậu nóng của vùng này.

Phần đất liền của Việt Nam với vĩ độ cực Bắc : 23°22B (Đồng Văn) và cực Nam 8°30 (Cà Mau) đã nằm gọn trong vành đai nội chí tuyến. Vì thế Việt Nam có chế độ mặt trời của vùng này với đầy đủ các đặc điểm được nêu ở trên. Ở các tỉnh phía Bắc, mùa Đông có thời gian ban ngày ngắn nhất cũng đạt trên 10 giờ 30 phút (tháng XII) với giờ mặt trời mọc 6h30' - 6h40' và lặn vào 17h20' - 17h30'. Càng về phía Nam, độ kéo dài ngày về mùa Đông càng lớn. Tới đồng bằng Nam Bộ trị số này đã vượt 11h30' với giờ mặt

trời mọc trước 6h30' và lặn sau 17h30'. Ở Bắc Bộ mùa Hè là thời kì có độ kéo dài ngày cao nhất (tháng VI): 13g - 13g30', với giờ mặt trời mọc trước 5g30' và lặn sau 18g30'. Càng vào phía Nam, độ kéo dài ngày mùa Hè càng ngắn hơn phía Bắc song chênh nhau không nhiều như mùa Đông. Ở đồng bằng Nam Bộ trị số này là 12h30' - 12h40', với giờ mặt trời mọc sau 5h30' và lặn trước 18h30'. Đặc điểm trên của chế độ mặt trời vùng nội chí tuyến đã quyết định khả năng thu nhận một nguồn năng lượng bức xạ mặt trời dồi dào.

Bức xạ tổng cộng (I-tổng xạ) là tổng hợp cả phần bức xạ trực tiếp (S-trực tiếp) và bức xạ khuếch tán (D-tán xạ) (công thức 1.6).

Lượng tổng xạ cả năm ở Việt Nam đạt khoảng 95 - 150 kcal/cm². Đó là một trị số lớn so với các vùng ngoại nhiệt đới. Diễn biến hàng năm của tổng xạ thay đổi theo các vùng từ Bắc vào Nam và cả từ Đông sang Tây.

Cân bằng bức xạ (R) là hiệu số giữa lượng bức xạ nhận được và phát đi ở mặt đất. Có thể biểu diễn R theo biểu thức :

$$R = I (1 - \alpha) - Q \quad (1.22)$$

Trong đó :

α - hệ số phản xạ (Albedo),

Q - bức xạ hữu hiệu (bức xạ do mặt đất phát đi).

Cân bằng bức xạ là nhân tố quyết định quá trình tạo thành khí hậu ở từng nơi. Cân bằng bức xạ cả năm ở Việt Nam đạt khoảng $R = 40-100 \text{ kcal/cm}^2$, có xu hướng tăng dần từ Bắc vào Nam, từ Đông sang Tây và giảm đi theo độ cao địa hình.

Hoàn lưu khí quyển

Việt Nam nằm trong khu vực gió mùa châu Á, cơ chế hoàn lưu này không thuần nhất: nó bao gồm 3 hệ thống gió mùa [20], gió mùa Đông Bắc Á, gió mùa Nam Á và gió mùa Đông Nam Á.

- Hệ thống Đông Bắc Á (Nga, Nhật, Triều Tiên) với gió mùa mùa Đông tạo bởi không khí cực đới lục địa thổi theo hướng Tây Bắc vào Nhật Bản, gây ra 1 mùa Đông giá rét và rất ít mưa. Ngược lại, về mùa Hè, gió thổi vào nước ta theo hướng Đông Nam nóng và ẩm ướt nhưng mưa không nhiều lắm.

- Hệ thống Nam Á (Ấn Độ, Malaysia, Miến Điện, Thái Lan) với ảnh hưởng của áp cao Tuaketsan kết hợp với hướng Tây ôn đới hạ thấp nhiệt độ

vào mùa Đông, có nhiệt độ và độ ẩm khá thấp. Còn mùa Hè chịu ảnh hưởng của tín phong Nam Bán cầu vượt xích đạo lên nên khá nóng và ẩm, gây ra mưa lớn.

- Hệ thống Đông Nam Á (Philippin, Malaysia ...), về mùa Đông chịu ảnh hưởng của áp cao Thái Bình dương, chính cũng là tín phong Bắc Bán cầu nên không lạnh và ổn định. Mùa Hè chịu ảnh hưởng của luồng không khí từ Nam Thái Bình Dương vượt xích đạo lên với nhiệt độ không cao và ẩm. Vì thế khí hậu giữa 2 mùa chỉ có biểu hiện rõ sự thay đổi về hướng gió. Các nhiễu động trong hệ thống này phát triển mạnh nên mưa nhiều.

Lãnh thổ Việt Nam không thuộc hẳn vào một hệ thống nào mà nằm ở khu vực thường xuyên xảy ra sự giao tranh giữa 3 hệ thống gió trên.

Về mùa Đông : Ở lớp sát mặt đất, áp cao Xibêri có trung tâm ở khoảng vùng hồ Baican phát triển mạnh, bao trùm cả vùng Viễn Đông (Liên bang Nga) và Bắc Trung Quốc. Khí áp cao này mạnh lên, áp suất mặt đất ở vùng tâm lên tới 1060 mbar, rồi phía Nam của nó lặn sâu xuống phía Nam tới tận các vĩ độ thấp của vùng nhiệt đới. Khi đó vùng áp thấp nội chí tuyến đã di chuyển xuống phía Nam xích đạo theo chuyển động biểu kiến của mặt trời, khơi sâu một vùng áp thấp trên lục địa châu Úc. Áp cao cận chí tuyến Thái Bình Dương (TBD) lúc này đã thu hẹp lại và lùi xa về phía Đông. Cũng thời gian đó thường hình thành 1 áp cao phụ trên vùng biển Đông Trung Quốc, có nguồn gốc từ lưỡi phía Nam của áp cao Xibêri tách ra. Nó có vị trí gần trùng với dải áp cao cận chí tuyến. Ở xa hơn về phía Bắc, nằm giữa 2 áp cao Xibêri và TBD, là áp thấp Aluxiêu. Với cơ chế trên của khí áp mặt đất, trong mùa Đông không khí cực đới, từ rìa phía Nam của áp cao Xibêri mỗi khi mạnh lên lại ào ạt tràn đến nước ta theo hướng Đông Bắc, tạo ra những đợt "gió mùa Đông Bắc". Mặc dù đã trải qua 1 chặng đường dài bị biến tính đi nhiều, song khi tới nước ta vẫn còn khá lạnh. Vào thời kì đầu, khi trung tâm vùng áp cao chưa dịch sang phía Đông, không khí cực đới tràn đến miền Bắc Việt Nam chủ yếu theo đường qua lục địa Trung Hoa, vì thế nó còn giữ được đặc tính lạnh khô. Trên nửa phần phía Bắc nước ta tồn tại thời tiết lạnh và khô hanh khá điển hình, nhất là khi áp cao Xibêri phát triển mạnh và khống chế thời tiết miền Bắc. Khi áp cao này suy yếu và co về phía Bắc, lưỡi áp cao bị tách ra và hình thành hoặc tiếp thêm cho áp cao phụ trên biển

Đông Trung Quốc. Áp cao phụ này mạnh lên và thay thế áp cao Xibêri, ảnh hưởng tới thời tiết miền Bắc. Luồng không khí này tuy có nguồn gốc từ không khí cực đới, nhưng bản chất nhiệt ẩm đã thay đổi, biến tính do quá trình tồn tại lâu trên biển. Có người đã đồng nhất cao áp phụ này với dải áp cao cận chí tuyến Bắc Bán cầu, vốn tồn tại thường xuyên trong cơ chế hoàn lưu hành tinh, tạo thành tín phong trên vành đai vĩ độ thấp ở 2 nửa Bán cầu. Tuy có khác về nguồn gốc song có đặc tính gần tương tự nhau nên cũng có thể coi nó là 1 dạng của tín phong Bắc Bán cầu. Như vậy đối với nửa phần phía Bắc, về mùa Đông tồn tại đan xen nhau ảnh hưởng chủ yếu của 2 trung tâm tác động là áp cao Xibêri và áp cao phụ biển Đông. Ở giai đoạn đầu và cuối mùa Đông ảnh hưởng của luồng thứ nhất yếu hơn nhưng chiếm ưu thế ở giữa mùa (các tháng XII-I-II). Xuống tới nửa phần phía Nam nước ta tuy hướng gió chủ đạo cũng là Đông Bắc song chủ yếu xuất phát từ áp cao phụ trên biển Đông nên mang đặc tính của tín phong. Chỉ những đợt gió mùa thật mạnh, không khí cực đới mới tràn sâu hơn xuống tới Nam Trung Bộ hoặc Nam Bộ. Chế độ thời tiết tín phong là dạng thời tiết không chế của các áp cao cận chí tuyến, nên khá ổn định. Vì thế trong thời tiết này bầu trời thường quang mây, ít mưa.

Về mùa Hè : Chuyển động biểu kiến của Mặt trời đã chuyển lên Bắc Bán cầu. Đại lục châu Á, do bị đốt nóng mạnh mẽ tạo ra sự chênh lệch lớn về nhiệt độ giữa đất liền và đại dương, hình thành 1 trung tâm áp thấp khổng lồ, hút các luồng không khí dồn vào từ các đại dương. Dải áp cao cận chí tuyến Nam Bán cầu phát triển mạnh. Không khí biển từ đây vượt xích đạo theo hướng Tây Nam tràn qua Ấn Độ Dương thổi dồn vào vùng áp thấp này. Rãnh thấp xích đạo là vùng hội tụ giữa 2 đới tín phong Bắc và Nam Bán cầu (thường gọi là hội tụ nhiệt đới) từ cuối tháng IV đã bắt đầu vượt xích đạo lên Bắc Bán cầu. Trên Thái Bình Dương thời kỳ này dải hội tụ nhiệt đới nằm theo vĩ hướng thành 1 dải hẹp trên biển. Song lúc đó áp thấp lục địa châu Á cũng phát triển mạnh về phía Đông, Đông Nam : luồng gió mùa Tây Nam và từ Ấn Độ Dương thổi tràn qua bán đảo Đông Dương, đã đẩy áp cao TBD lùi sang phía Đông. Vì thế dải hội tụ nhiệt đới khi đã chuyển lên các vĩ độ cao, nằm trên TBD có phương lệch theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, đôi khi cả hướng Bắc - Nam. Dải hội tụ này chỉ ảnh hưởng tới thời tiết Việt Nam vào khoảng tháng VII, VIII.

Với đặc điểm trên cơ chế hoàn lưu khu vực châu Á, có thể thấy lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ mùa Hè chịu ảnh hưởng chủ yếu của các khối không khí nhiệt đới hoặc xích đạo biển với nguồn gốc khác nhau. Đầu mùa không khí nhiệt đới chủ yếu từ vùng vịnh Bengan tràn tới Việt Nam theo hướng Tây Nam. Ở Bắc Bộ và Trung Bộ luồng không khí này bị các dãy núi biên giới Việt Lào và Trường Sơn chắn ngang đã gây ra hiệu ứng "phơn" ở sườn phía Đông Trường Sơn. Những đợt gió Tây, Tây Nam mạnh có thể trùm hết miền Bắc, những đợt yếu luồng gió này qua vịnh Bắc Bộ thường đổi hướng thành Đông Nam thổi vào Bắc Bộ, tạo thời tiết ẩm và mát hơn.

Vào thời kì giữa mùa Hè, luồng gió mùa Tây Nam phát triển mạnh, chủ yếu có nguồn gốc từ Nam Bán cầu vượt một chặng đường dài trên biển nên rất ẩm và mát hơn. Ở Bắc Bộ luồng gió này tràn tới chủ yếu theo hướng Nam, Đông Nam, mát mẻ và khá ẩm, nhiều mưa. Ở Trung Bộ luồng gió Tây Nam vẫn còn gây ra hiệu ứng "phơn", song đã có nhiều đợt gió thổi tới theo hướng Nam, hướng Đông, Đông Nam.

Đặc điểm địa lý

Điều kiện địa lý nói chung, địa hình nói riêng là nhân tố thứ 3, song có nơi nó trở thành nhân tố đặc biệt quan trọng trong việc hình thành khí hậu địa phương. Điều kiện địa lý vừa có vai trò như 1 nhân tố động lực vừa có ý nghĩa của nhân tố nhiệt lực do đặc tính hấp thụ bức xạ của mặt đệm địa hình, trong đó vai trò của các núi lớn có ý nghĩa quan trọng nhất.

Lãnh thổ Việt Nam không lớn song kéo dài theo kinh hướng lại chạy dọc theo bờ biển, đã góp phần không nhỏ vào quá trình phân hoá khí hậu giữa 2 miền Bắc Nam, Đông và Tây. Dãy núi Hoàng Liên Sơn với đỉnh Fansifang cao 3140m, chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam đã là bức vách khổng lồ ngăn chặn các khối không khí từ phía Tây sang và cả từ phía Đông tới. Hiệu ứng chắn gió ở cả 2 phía đã là nguyên nhân quan trọng gây mưa lớn ở dãy núi này. Đáng chú ý là không khí lạnh cực đới tràn về tới Việt Nam vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc, hầu như đều bị Hoàng Liên Sơn chắn lại ở phía sườn phía Đông. Chỉ những đợt gió mạnh, không khí lạnh mới có thể thổi qua các chỗ núi đứt gãy, chủ yếu là sông Đà, tràn vào Tây Bắc. Đặc điểm này đã làm cho khí hậu Tây Bắc ẩm hơn hẳn so với Đông Bắc. Hoàng Liên Sơn đã trở thành ranh giới tự nhiên của phân chia các vùng khí hậu ở Bắc Bộ. Tiếp theo, Trường Sơn cũng có vai trò gần tương tự. Các luồng gió mùa Tây Nam bị

dãy Trường Sơn chặn lại đã gây mưa lớn bên sườn Tây và tạo ra hiệu ứng "phơn" khô nóng khá điển hình trên dải ven biển Trung Bộ. Ngược lại về mùa Đông, khối không khí cực đới đã bị biến tính qua biển hoặc đã nhiệt đới hoá trong áp cao phụ TBD, theo sau frông lạnh thổi tới đều đã bị chặn lại bên sườn Đông, tạo ra một mùa mưa dị thường, lệch về mùa Đông trên suốt dải ven biển Trung Bộ. Các dãy núi cánh cung từ Tam Đảo mở ra từ phía Đông Bắc đã tạo thuận lợi cho không khí cực đới theo đường lục địa Trung Hoa tràn vào nước ta xuống tới đồng bằng rồi mới tràn lên Việt Bắc, Tây Bắc, làm cho khí hậu ở Đông Bắc về mùa Đông lạnh hơn rõ rệt.

Cùng với tác động lớn của cả dãy núi, độ cao và dạng địa hình cũng có một đóng góp không nhỏ vào việc hình thành khí hậu các khu vực nhỏ, nhân tố này đã tạo sự phân bố rất phức tạp của khí hậu vùng núi ngay trong phạm vi của một khu vực nhỏ.

Biển có một đóng góp lớn vào việc hình thành khí hậu của nước ta. Với quá nửa phần biên giới tiếp giáp với biển, không khí biển đã có ảnh hưởng đến đại bộ phận lãnh thổ đóng vai trò của một hệ thống điều hoà nhiệt ẩm rất độc đáo. Các dòng biển, nhất là dòng biển từ Vịnh Bắc Bộ chảy về phía Nam đã có tác động giảm bớt mức nóng mùa Hè ở ven biển Trung Bộ.

1.2.2. Những đặc điểm chung của khí hậu xây dựng Việt Nam

Với các nhân tố tạo thành khí hậu nêu ở trên đã hình thành những đặc tính chủ yếu của khí hậu nước ta. Những kết quả nghiên cứu chung về khí hậu Việt Nam trong những thập kỷ qua đã kết luận : đó là khí hậu nhiệt đới gió mùa. Tính nhiệt đới được coi như cái nền của khí hậu cả nước. Gió mùa được coi như là thuộc tính cơ bản thứ hai của khí hậu Việt Nam. Nói thế không có nghĩa là gió mùa chỉ có vai trò thứ yếu mà ngược lại có những vấn đề, những đối tượng thuộc tính này nổi lên quan trọng. Trên toàn lãnh thổ Việt Nam có những đặc điểm khí hậu cơ bản sau đây :

Chế độ mặt trời vùng nội chí tuyến đã là cơ sở tạo ra một nguồn bức xạ phong phú ở Việt Nam

Với vị trí địa lí như đã nêu trên, Việt Nam có chế độ mặt trời vùng nội chí tuyến. Đó là độ cao mặt trời lớn, thời gian chiếu sáng ban ngày kéo dài quanh năm. Tuy lượng bức xạ nhận được ở mặt đất còn phụ thuộc vào độ trong suốt của khí quyển, chủ yếu là lượng mây và mưa song phần chính vẫn

là phụ thuộc vào chế độ mặt trời. Chính vì thế lượng bức xạ mặt trời ở Việt Nam khá lớn và có biến trình tiêu biểu của vùng nội chí tuyến.

a. Tổng lượng bức xạ

Tổng xạ hàng năm đạt khoảng 100 - 130 Kcal/cm² đối với nửa phần phía Bắc và 120 - 150 Kcal/cm² đối với nửa phần phía Nam. Ở các vùng núi nhiều mây trị số trên có thể giảm đi 8-10%. Biến trình năm cũng có những thay đổi từ Bắc vào Nam. Ở Bắc Bộ, cực đại rơi vào tháng VI - VII, riêng Tây Bắc sớm hơn; cực tiểu vào tháng I - II. Tới Nam Bộ biến trình năm có 2 cực đại: cực đại chính vào tháng III - IV, cực đại phụ vào tháng VIII - IX (bảng 1.7).

Bảng 1.7. Tổng xạ trung bình tháng và năm (kcal/cm²) của một số địa phương

Địa phương	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	7,7	8,7	11,2	12,0	13,4	12,4	12,7	12,5	12,3	11,5	9,8	8,4	132,6
Phủ Hộ	5,1	5,0	6,3	8,7	13,6	14,1	14,1	13,5	12,0	10,8	8,4	7,3	115,9
Hà Nội	5,6	5,2	6,2	8,6	14,2	14,1	15,2	13,8	12,5	10,8	8,7	7,9	122,8
Đà Nẵng	9,2	10,3	13,8	15,9	17,0	15,3	17,3	15,1	13,3	11,1	7,8	6,6	151,7
Đà Lạt	15,4	16,0	18,0	14,6	12,8	10,2	12,9	13,0	10,7	9,8	11,3	14,8	159,5
TP HCM	13,6	15,2	17,6	14,8	13,4	12,6	13,6	13,2	12,5	12,0	11,2	12,3	162,0

Biến trình hàng năm bất đối xứng qua điểm 12 giờ trưa khá rõ rệt. Cường độ bức xạ vào buổi chiều cao hơn buổi sáng. Ở các tháng mùa Hè cường độ bức xạ mặt trời chênh lệch giữa các vùng không lớn, đạt khoảng 70 - 80 cal/cm².giờ, trong khi đó về mùa Xuân ở miền Bắc : 30 - 40 cal/cm².giờ, còn miền Nam : 50 - 60 cal/cm².giờ.

b. Bức xạ trực tiếp và bức xạ khuếch tán

Tuỳ theo đối tượng sử dụng, thành phần này có những ý nghĩa khác nhau. Trực xạ ở Việt Nam thường chiếm một tỉ lệ 40-70% của tổng xạ. Do có nhiều chế độ mây và phân hoá lớn theo lãnh thổ nên lượng tán xạ ở Việt Nam, đặc biệt ở nửa phần phía Bắc, đạt tỷ lệ khá cao. Vào thời kỳ mùa Đông ở phía Đông Bắc Bộ lượng tán xạ đạt tới 30-60% tổng xạ (bảng 1.8).

**Bảng 1.8. Lượng tán xạ trung bình tháng và năm (kcal/cm²)
ở một số địa phương**

Địa phương	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	3,9	4,2	5,7	6,6	7,4	7,7	7,3	7,3	6,4	5,6	4,7	4,0	70,8
Hà Nội	4,4	4,4	5,2	6,4	7,7	7,5	7,3	7,0	6,2	5,4	4,9	4,7	71,1
Đà Nẵng	4,7	5,2	6,4	6,4	6,5	6,7	6,1	6,9	6,2	5,5	4,5	4,2	69,3
Đà Lạt	5,4	4,6	5,0	5,6	6,8	6,1	5,9	7,5	7,6	6,6	5,9	5,7	72,7
TP HCM	4,5	4,5	4,8	6,1	6,2	8,6	6,5	8,2	5,8	6,5	5,4	5,1	72,2

Nói chung, ở Việt Nam cường độ trực xạ lớn nhất và nhỏ nhất rơi vào thời kỳ mặt trời ở vị trí cao nhất (IV-VII) và thấp nhất (XII - I), lượng trực xạ đạt sấp xỉ 0,6 kcal/cm².ngày vào những tháng lớn nhất (các tháng VI-VIII) ở Bắc Bộ; (các tháng III- IV và VIII - IX) ở Nam Bộ. Thời kì nhiều mây trị số này chỉ đạt 0,3 kcal/cm².ngày ở miền Bắc và 0,4 kcal/cm².ngày ở miền Nam. Cường độ trực xạ trong ngày biến đổi phụ thuộc vào độ cao mặt trời. Song độ trong suốt khí quyển mà chủ yếu là độ mây cũng có tác dụng làm cường độ tán xạ thay đổi đáng kể. Buổi sáng cường độ trực xạ thường thấp hơn do độ ẩm cũng như lượng mây lớn hơn.

c. Cân bằng bức xạ (công thức 1.22)

Ở Bắc Bộ cân bằng bức xạ đạt khoảng 60 - 80 kcal/cm², ở Nam Bộ 80-100 kcal/cm². Cân bằng bức xạ ở Bắc Bộ đạt cực đại vào khoảng tháng VI - VII, riêng Tây Bắc sớm hơn khoảng 1 tháng, còn cực tiểu vào tháng I - II. Vào tới Nam Bộ, cực đại rơi vào thời kỳ tháng II - IV và cực tiểu XII - I (bảng 1.9).

Có thể nhận thấy với chế độ mặt trời như đã nêu ở trên cũng là cơ sở dẫn đến khả năng nhận được nguồn ánh sáng tự nhiên khá phong phú trên toàn lãnh thổ. Trên thực tế, nguồn ánh sáng thu được trên mặt đất đã bị chế độ mây, mưa ở các khu vực làm biến dạng đi khá nhiều, nhất là thời kì mùa Đông. Ở các tỉnh phía Đông Bắc Bộ ảnh hưởng này nặng nề nhất rơi vào các tháng Đông - Xuân, khi mà những lớp mây dạng màn lớp, kết hợp mưa phùn tồn tại trên bầu trời kéo dài nhiều ngày liền.

**Bảng 1.9. Cân bằng bức xạ trung bình tháng và năm (kcal/cm²)
ở một số địa phương**

Địa phương	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	3,7	4,5	5,8	6,9	8,0	7,4	7,9	7,7	7,0	6,5	5,0	3,9	74,3
Phú Hộ	2,6	2,8	3,7	5,4	8,4	8,9	9,0	8,2	7,0	6,0	4,3	3,3	69,6
Hà Nội	2,7	2,9	3,5	5,1	8,7	8,9	9,6	8,6	7,4	6,0	4,2	3,5	71,1
Đà Nẵng	5,6	6,7	8,9	9,5	11,4	10,4	11,8	9,9	8,6	7,2	4,8	4,0	98,8
TP HCM	7,2	8,2	9,8	9,1	7,8	6,8	7,9	7,2	6,2	7,2	6,2	6,8	90,4

Độ sáng lớn nhất rơi vào các tháng mùa Hè và thấp nhất rơi vào các tháng giữa mùa Đông, tăng không đáng kể vào thời kì mùa Xuân. Vào đến Trung Bộ, sự dịch chuyển mùa mưa tuy có làm giảm độ chiếu sáng vào thời kì mùa Thu so với Bắc và Nam Bộ song không nhiều. Ở Nam Bộ và Tây Nguyên mùa khô kéo dài tới cuối mùa Xuân đã làm cho độ sáng tự nhiên thời kì mùa Xuân tăng lên mạnh mẽ và trở thành thời kỳ có ánh sáng mặt trời phong phú nhất trong năm.

**Bảng 1.10. Nhiệt độ trung bình tháng và năm (°C)
của một số địa phương**

Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	14,6	16,5	20,0	22,8	24,7	25,1	25,0	24,6	23,7	21,7	18,2	15,0	21,0
Sa pa	8,5	9,9	13,9	17,0	18,3	19,6	19,8	19,5	18,1	15,6	12,4	9,5	15,2
Hà Nội	16,4	17,0	20,2	23,7	27,3	28,8	28,9	28,2	27,2	24,6	21,4	18,2	23,5
Vinh	17,6	17,9	20,3	24,1	27,7	29,2	29,6	28,7	26,8	24,4	21,6	18,9	23,9
Đà Nẵng	21,3	22,4	24,1	26,2	28,2	29,2	29,1	28,8	27,3	25,7	24,0	19,9	25,7
Plâycu'	19,0	20,7	22,7	24,0	24,0	23,0	22,4	22,2	22,3	21,7	20,7	19,3	21,8
TP HCM	25,8	26,7	27,9	28,9	28,3	27,5	27,1	27,1	26,8	26,7	26,4	25,7	27,1

Nóng ẩm là đặc điểm cơ bản của khí hậu Việt Nam

Chế độ mặt trời vùng vĩ độ thấp cùng với sự khống chế chủ yếu của các luồng khí nhiệt đới và xích đạo biển đã là cơ sở tạo ra một nền nhiệt độ và độ ẩm cao trên toàn lãnh thổ. Nhiệt độ trung bình năm ở độ cao dưới 100m đều đạt 22 - 25°C, vượt giới hạn 21°C - Tiêu chuẩn mà Miller nêu ra cho vùng nhiệt đới. Thời kì có nhiệt độ trung bình ngày trên 20°C ở các vùng đồng bằng ven biển kéo dài từ 240 đến 365 ngày (bảng 1.10).

Tương tự như nhiệt độ, áp suất hơi nước trong không khí cũng khá cao. Độ ẩm tương đối trung bình các tháng ở hầu hết lãnh thổ đều vượt 65%; trung bình năm > 75%, ở nhiều nơi tới trên 85% (bảng 1.11).

Bảng 1.11. Độ ẩm tương đối (%) trung bình tháng và năm ở một số địa phương

Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Sơn La	79	76	73	75	78	84	85	87	85	83	81	80	80
Sa pa	88	85	82	83	84	87	88	89	90	89	90	87	87
Hà Nội	83	85	87	87	84	83	84	86	85	82	81	81	84
Vinh	89	91	91	88	82	76	74	80	87	86	89	89	85
Đà Nẵng	85	84	84	83	79	76	75	77	82	84	85	85	82
Plâycu	74	69	67	72	81	80	90	92	89	84	80	76	80
TP HCM	72	70	70	72	79	82	83	83	85	84	80	77	78

Chế độ gió mùa đã đem lại sự phân hoá mùa khí hậu sâu sắc đối với hầu hết các yếu tố khí hậu

Chế độ gió mùa được thể hiện trước hết ở sự thay đổi của hướng gió thịnh hành hàng năm ở các vùng. Dù không cùng bản chất song về mùa Đông hướng gió chủ đạo ở cả 2 miền của đất nước đều thuộc góc hướng Đông Bắc. Tất nhiên, không kể đến những ảnh hưởng cục bộ của địa hình khu vực. Về mùa hè, gió mùa Tây Nam khống chế trên toàn lãnh thổ. Ở Nam Bộ và Tây Nguyên hướng chủ đạo Tây Nam chiếm 1 tỷ lệ rất cao, tới 30 - 40% trong các tháng mùa Hè. Vào các tháng chuyển tiếp 2 mùa hướng gió Đông và

Đông Nam thường chiếm ưu thế. Tình hình đó dẫn đến hướng gió thịnh hành hàng năm chủ yếu là hướng của gió mùa mùa Hè : hướng Đông Nam ở Bắc Bộ, hướng Tây Nam ở Nam Bộ.

Thay đổi của hướng gió thịnh hành chính là biểu thị sự thay đổi ảnh hưởng của các luồng khí có bản chất vật lý rất khác nhau, đặc biệt đối với nửa phần phía Bắc. Tình hình đó dẫn tới những khác biệt rõ rệt trong biến trình năm của hầu hết các yếu tố khí hậu, dẫn tới các mùa khí hậu tương phản nhau rõ rệt.

Nổi bật trong những phân hoá đó là sự thay đổi của mùa nhiệt ở nửa phần phía Bắc, với một mùa Đông lạnh dị thường so với khí hậu nhiệt đới đã là nét nổi bật của khí hậu ở đây. Ở miền Bắc, gió mùa Đông có hướng chủ đạo là Đông Bắc, có tiềm lượng nhiệt ẩm khá thấp, đó là hướng gió lạnh phải tránh. Rõ ràng đối với người quen sống ở vùng vĩ độ thấp, khí hậu các tháng mùa Đông ở đây phải được xếp vào loại khí hậu lạnh. Vì thế các công trình kiến trúc buộc phải có giải pháp phòng chống lạnh về mùa Đông, mà trước hết là yêu cầu kín gió. Trong khi đó về mùa Hè ở Bắc Bộ vẫn rất nóng, rất cần các giải pháp chống nóng.

Đối với công trình kiến trúc, độ ẩm không khí cũng có một vai trò riêng. Khí hậu ẩm ướt dẫn đến suy giảm nhanh chất lượng của vật liệu. Đặc biệt "nồm ẩm" là hiện tượng khá đặc sắc đối với nhiều vùng ở nước ta, nhất là đồng bằng Bắc Bộ. Ngành Xây dựng đã rất quan tâm đến hiện tượng này. Với đặc điểm cơ bản của khí hậu là nóng ẩm nên độ ẩm nói chung ở các vùng đều khá cao. Tuy nhiên, ở một số nơi cũng có thời kỳ tương đối khô, như thời kỳ có ảnh hưởng của hiện tượng "phơn" ở một số khu vực Tây Bắc, ven biển Trung Bộ; thời kỳ hanh khô ở đồng bằng Bắc Bộ, mùa khô Tây Nguyên. Thay đổi mùa ẩm hàng năm có tác động nhất định đến nhiều hoạt động xây dựng - kiến trúc, trong đó có công nghệ bê tông.

Biến trình lượng mưa năm thể hiện đậm nét phân hoá mùa đối với yếu tố mưa (hình 1.19). Không giống như nhiệt độ, sự hình thành mùa mưa ở Bắc và Nam Bộ gần giống nhau, đều có nguồn gốc chủ yếu từ gió mùa mùa Hạ kéo dài khoảng 6 - 7 tháng (các tháng IV, V - X). Riêng dải ven biển phía Đông Trường Sơn, mùa mưa lệch hẳn về phía mùa Đông (các tháng VIII - XII), có liên quan chủ yếu tới ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc và hoạt động của bão. Cấu trúc của mùa mưa trên các khu vực ảnh hưởng

đến mùa thi công tập trung trên các công trường xây dựng; đến tổ chức cấp, thoát nước cho các đô thị. Sự kết hợp giữa mùa mưa và mùa nóng đã tạo ra những tác động không giống nhau ở các vùng đến môi trường không khí và nước, độ bền vật liệu, đến việc xử lý các giải pháp kỹ thuật chống thấm, chống dột, kỹ thuật bảo dưỡng bê tông, kỹ thuật môi trường v.v ...

Một số thiên tai khí tượng thủy văn như bão, lũ lụt, gió Tây khô nóng ... cũng hình thành mùa khá rõ rệt. Nó quan hệ rất mật thiết với việc tổ chức các giải pháp phòng chống thiên tai hàng năm ở các vùng cho công trình xây dựng cũng như nhiều đối tượng kinh tế - xã hội khác. Mùa bão lũ được đặc biệt quan tâm ở Việt Nam. Tuy bão và lũ không phải bao giờ cũng đồng thời xảy ra, vì lũ, lụt có thể xuất hiện từ nhiều nguyên nhân khác, song lũ gắn với bão thường chiếm một tỷ lệ cao hơn và nguy hiểm hơn. Ở Việt Nam mùa bão chủ yếu kéo từ tháng VI đến tháng XI hàng năm. Mùa bão thường bắt đầu sớm hơn từ phía Bắc và chậm dần vào phía Nam. Ở Bắc Bộ, mùa bão tập trung vào các tháng VI-VIII. Bắc Trung Bộ VII-X và Trung và Nam Trung Bộ VIII-XI. Ở Nam Bộ chỉ bị ảnh hưởng của những xoáy thuận nhiệt đới chủ yếu vào các tháng XI, XII, có cường độ yếu ít khi trở thành bão.

Phân hoá khí hậu mạnh mẽ theo lãnh thổ là cơ sở hình thành các vùng khí hậu xây dựng

Với một lãnh thổ không lớn như đã nêu nhưng do ảnh hưởng của chế độ gió mùa, cùng với điều kiện địa hình phức tạp đã tạo ra sự phân hóa khí hậu mạnh mẽ theo không gian, từ Bắc vào Nam, từ Đông sang Tây và theo độ cao địa hình.

* ***Phân hoá khí hậu theo chiều Bắc Nam*** : Nổi bật lên trong các phân hoá theo kinh hướng là các đặc trưng, các chỉ số nhiệt thời kì mùa Đông.

Phân hoá của các đặc trưng khí hậu theo hướng này là sự phân hoá tiêu biểu của khí hậu Việt Nam. Các đặc trưng nhiệt độ và lượng chứa hơi nước trong không khí đều tăng từ Bắc vào Nam trong những tháng mùa Đông. Kéo theo nó, các chỉ số phản ánh trạng thái nhiệt của khí hậu thời kì này cũng có khuynh hướng tăng tương tự.

Với gradien nhiệt trung bình đạt $0,8^{\circ}\text{C}$ và $0,8$ mbar trên 100 km cho toàn tuyến, thể hiện một xu hướng tăng mạnh mẽ nhiệt ẩm theo chiều này, một hiện tượng hiếm thấy trong các vùng vĩ độ thấp. Kết quả của sự tăng dần về

lượng như thế đã dẫn đến sự khác nhau về chất của khí hậu vào thời kỳ này giữa 2 miền đất nước. Tháng I, trong khi ở TP Hồ Chí Minh khí hậu vẫn còn nóng thì ở Hà Nội đã khá lạnh. Tuy nhiên, giá trị của các gradien nhiệt và ẩm không giống nhau trên cả chặng đường Bắc Nam. Ở nửa phần Bắc, tốc độ tăng nhanh hơn so với nửa phần Nam. Trên từng chặng ngắn hơn gradien của nhiệt ẩm cũng khác nhau. Đặc biệt những khu vực có các dãy núi đâm ngang ra biển, chặn ngang đường Bắc Nam, gradien của các đặc trưng này thường tăng vọt lên có khi tới 2 - 3 lần so với trị số trung bình, tạo thành những ranh giới khí hậu tự nhiên khá rõ nét như đèo Hải Vân, đèo Ngang, đèo Cả ... Gradien nhiệt độ ở khu vực đèo Hải Vân tới $3,3^{\circ}\text{C}/100\text{km}$. Ở khu vực đèo Ngang tới $1,9^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$.

Về mùa Hè, trạng thái khí hậu nóng trên toàn lãnh thổ phân hoá theo mặt ngang không lớn nên gradien nhiệt theo chiều Bắc Nam cũng nhỏ. Mặt khác, sự thay đổi của biến trình năm với các cực đại năm xuất hiện chậm dần từ Nam ra Bắc, đã làm cho khuynh hướng biến đổi của các chỉ số nhiệt không thuần nhất trong thời kỳ mùa nóng.

Có thể nói, chính sự khác biệt của chế độ khí hậu mùa Đông đã dẫn tới sự khác biệt trong phân hoá khí hậu giữa 2 miền Bắc và Nam của lãnh thổ. Biên độ năm của các chỉ số nhiệt đều tăng nhanh từ Nam ra Bắc (bảng 1.12).

Nếu ta cho rằng, chế độ khí hậu ở một nơi nào đó chỉ được xem là có 2 mùa nóng lạnh, khi biên độ năm của chỉ số nhiệt tổng hợp đã vượt quá giới hạn tối đa một bước nhảy của các ngưỡng cảm giác nhiệt (như từ nóng đến dễ chịu, từ dễ chịu đến lạnh) thì rõ ràng chỉ có nửa phần phía Nam mới được xem là khí hậu có một mùa nhiệt. Theo kết quả nghiên cứu đã trình bày trong [31], giới hạn tối đa bước nhảy một ngưỡng cảm giác nhiệt của người Việt Nam đối với chỉ số cân cân nhiệt là $700/\text{cal}/\text{phút}$, đối với chỉ số nhiệt độ hiệu dụng là 8°C . Như vậy có thể thấy từ Thừa Thiên Huế trở ra Bắc, khí hậu thuộc loại có 2 mùa nóng lạnh. Đó chính là nét dị thường đối với khí hậu của vùng nội chí tuyến. Điều này có ý nghĩa quan trọng đối với việc xây dựng nhà ở, bởi lẽ các giải pháp phòng chống nóng lạnh sẽ phức tạp hơn so với các vùng nhiệt đới điển hình.

Cùng với sự biến đổi của trạng thái nhiệt, sự giảm của lượng mây và kéo theo nó sự tăng dần của thời gian nắng, lượng bức xạ tổng cộng trong thời kỳ Đông Xuân từ Bắc vào Nam cũng có những ý nghĩa nhất định đối với vấn đề chiếu sáng tự nhiên cho các công trình kiến trúc nói chung, nhà ở nói riêng.

Bảng 1.12. Biên độ nhiệt độ năm của một số địa phương

Trạm	Toạ độ		Biên độ nhiệt độ năm	
	Vĩ độ ($^{\circ}$)	Độ cao (m)	Nhiệt độ không khí ($^{\circ}$ C)	Nhiệt độ hiệu quả ($^{\circ}$ C)
Phố Bàng	23,15	1400	12,1	11,9
Lạng Sơn	21,50	258	13,3	12,8
Thái Nguyên	21,35	36	10,2	12,1
Yên Bái	21,42	56	11,9	11,8
Hà Nội	21,01	5	12,2	12,2
Vinh	18,40	6	11,6	10,5
Huế	16,24	17	9,9	7,8
Đà Nẵng	16,02	6	7,8	6,8
Quy Nhơn	13,46	5	6,6	6,4
B.M. Thuật	12,41	490	5,0	4,4
Đà Lạt	11,57	1513	3,2	3,6
Nha Trang	12,15	5	4,5	4,4
TP HCM	10,49	9	3,2	2,9
Rạch Giá	10,00	2	3,1	3,1

Đối với gió mạnh, mưa lớn, sự phân hoá theo kinh hướng không rõ rệt và khá phức tạp. Tuy nhiên, cũng có thể nêu ra một số nhận xét : trên vùng ven biển, gió mạnh đặc biệt là gió bão, ở nửa phần Bắc lớn hơn nửa phần Nam; mùa bão chậm dần từ Bắc vào Nam và tần suất bão đổ bộ vào miền Nam đặc biệt Nam Bộ nhỏ hơn nhiều so với miền Bắc. Mưa lớn, trong đó có cường độ mưa bão, khả năng mưa hắt ... ở Bắc và Trung Trung Bộ cao hơn so với Bắc Bộ và Nam Bộ.

* *Phân hoá khí hậu theo chiều Đông Tây* : Phân hoá khí hậu theo vĩ hướng ở nước ta cũng biểu hiện rõ rệt nhất ở nửa phần phía Bắc và chủ yếu vào thời kỳ mùa Đông.

Để thấy rõ đặc điểm này, ta loại bỏ ảnh hưởng của độ cao địa hình bằng cách quy về cùng một độ cao đối với một số đặc trưng nhiệt. Số liệu thống kê cho thấy ở Bắc Bộ, vào các tháng mùa Đông càng đi về phía Tây càng ấm. Đặc điểm phân hoá này gần như ngược với quy luật về ảnh hưởng của biển. Chính vì thế, gradien nhiệt theo vĩ hướng không lớn. Trên một số khu vực ở Trung Bộ do ảnh hưởng của gió mùa mùa Đông đã suy yếu, ảnh hưởng của biển chiếm ưu thế nên gradien nhiệt đổi dấu. Ở Nam Bộ, khí hậu nói chung khá đồng nhất. Tuy nhiên, ở một mức độ nào đó cũng cho thấy phía Tây nóng hơn phía Đông.

Ở Bắc Bộ các dãy núi lớn chạy theo hướng Bắc Nam, hoặc Tây Bắc - Đông Nam như Hoàng Liên Sơn, Tam Đảo, cánh cung Ngân Sơn - Đông Triều... đều có tác dụng như những vách ngăn ảnh hưởng của luồng không khí cực đới tràn về phía Tây. Vì thế qua những dãy núi này các đặc trưng nhiệt thường tăng lên khá rõ. Đặc biệt sự thay đổi biến trình năm của nhiều yếu tố khí hậu giữa 2 sườn của các dãy núi : Hoàng Liên Sơn, Trường Sơn đã là nét nổi bật sự phân hoá khí hậu theo chiều Đông Tây đối với nhiều khu vực.

Ngoài những đặc trưng trên, ảnh hưởng giảm yếu dần của tốc độ gió, của bão, gió mùa Đông Bắc cũng là những biểu hiện của sự thay đổi theo chiều Đông Tây.

* *Phân hoá khí hậu theo độ cao địa hình* : Giảm nhiệt theo độ cao địa hình là quy luật khí hậu phổ biến đối với mọi vùng núi. Không phải chỉ có nhiệt độ mà cả lượng chứa hơi nước trong không khí và do đó kéo theo cả một loạt các chỉ số đánh giá trạng thái nhiệt ẩm của khí hậu cũng đều giảm theo độ cao rõ rệt.

Nói chung, gradien biến đổi của các đặc trưng nhiệt theo độ cao rất lớn, gấp 600-700 lần so với phương nằm ngang có gradien lớn nhất. Chính do tốc độ biến đổi lớn đó đã dẫn đến sự khác biệt nhanh chóng của khí hậu theo độ cao. Chỉ cần cao, thấp hơn nhau 1000m, khí hậu đã có thể chuyển trạng thái từ nóng sang lạnh hoặc ngược lại, tương đương với sự khác biệt giữa 2 khu vực cùng trên mặt bằng cách nhau hàng nghìn km theo tuyến Bắc - Nam. Đặc điểm này đã dẫn đến một yêu cầu là nếu như sự khác biệt của khí hậu mà chủ yếu là điều kiện nhiệt theo phương nằm ngang đã đòi hỏi sự phân vùng để có những giải pháp thiết kế kiến trúc thích hợp thì rõ ràng sự biến

đổi tương tự theo độ cao của các đặc trưng này cũng cần được phân cấp để có thể đáp ứng yêu cầu nêu trên.

Cùng với quy luật biến đổi theo độ cao, trạng thái nhiệt ẩm trên các vành đai núi cao cũng chịu ảnh hưởng của các quy luật phân hoá theo phương nằm ngang tương tự như các vùng thấp. Vì thế, về mùa Đông nhiệt độ trên cùng độ cao ở vùng Đông Bắc thấp hơn so với Tây Bắc 2 - 3°C và so với Tây Nguyên 6 - 7°C.

Về mùa Hè, do các khối không khí có bản chất nhiệt ẩm gần tương tự nhau, không chế trên toàn lãnh thổ nên chế độ nhiệt giữa các vùng núi khá đồng đều. Ở cùng độ cao, nhiệt độ trung bình các tháng nóng nhất chênh nhau không quá 1°C.

Với một số đặc trưng khí hậu khác như tốc độ gió, cường độ mưa, lượng mây, thời gian nắng... cũng đều có sự khác nhau theo độ cao địa hình song thường khá phức tạp, không hình thành một quy luật chung cho toàn lãnh thổ. Đặc tính phân hoá của chúng phụ thuộc nhiều các nhân tố địa lí của địa phương

Tóm lại, phân hoá khí hậu mà chủ yếu là các đặc trưng nhiệt theo độ cao địa hình ở các vùng là rất lớn. Chúng có ý nghĩa quan trọng đối với việc xử lý các giải pháp trong quy hoạch và thiết kế kiến trúc. Do kết hợp với những biến đổi theo phương nằm ngang nên khí hậu trên các vành đai núi cao ở nước ta cũng mang tính chất vùng rõ rệt.

Thời tiết, khí hậu biến động mạnh mẽ và thiên tai

Nằm trong khu vực mà sự giao tranh trong hệ thống gió mùa diễn ra khá phức tạp, luôn xảy ra hiện tượng thay thế nhau về ảnh hưởng của các hoàn lưu khí quyển có bản chất không giống nhau, nên thời tiết hàng ngày cũng như chế độ khí hậu hàng năm biến động khá mạnh mẽ. Tính chất không ổn định này đã có ảnh hưởng lớn đến các kết quả tính toán, đặc biệt các loại tải trọng tác động.

Đối với công trình kiến trúc những thay đổi thời tiết mạnh mẽ có ảnh hưởng xấu đến lớp bảo vệ mặt ngoài của kết cấu bao che, đến chế độ khai thác, sử dụng công trình. Nhiều tác động mạnh mẽ của thời tiết cũng là nguồn gốc tạo ra các hiện tượng khí tượng cực đoan trong đó có các dạng thiên tai như bão, lũ, lốc, xoáy. Thời gian xuất hiện các hiện tượng cực đoan,

tuy không kéo dài song tác động của nó đối với các công trình thường mạnh mẽ làm suy giảm nhanh độ bền, tuổi thọ, thậm chí phá sập cả công trình.

Cùng với những biến động mạnh mẽ của thời tiết xảy ra hàng ngày, chế độ khí hậu trên các khu vực cũng có những biến động khá lớn. Hệ số biến động trong các chuỗi số liệu khí hậu đều lớn, nhất là đối với nửa phần phía Bắc. Ngay đối với các yếu tố được coi là khá ổn định như nhiệt độ, khí áp, hệ số biến thiên cũng thường đạt tới 20-30%. Đối với lượng mưa, bốc hơi, số ngày xuất hiện các hiện tượng thời tiết cực đoan, những thông số này nhiều tháng vượt trị số trung bình tới 100%.

Biến động khí hậu có quan hệ nhiều đến chế độ khai thác, sử dụng và bảo vệ các công trình xây dựng. Mùa nóng, mùa lạnh thay đổi hàng năm gây mất ổn định trong hệ thống cung cấp năng lượng và các thiết bị kỹ thuật trong công trình như quạt, điều hoà, sưởi ... Mùa bão, lũ thay đổi gây khó khăn cho các giải pháp phòng chống hàng năm, cho việc tổ chức thi công trên các công trường.

Đặc biệt, xu thế biến đổi khí hậu hiện nay, với đặc trưng tiêu biểu là hiện tượng nóng lên toàn cầu, đang đặt ra những vấn đề lớn cho việc nghiên cứu khí hậu xây dựng ở nước ta. Đó là vấn đề mùa Đông lạnh sẽ thay đổi nhiều ở nửa phần phía Bắc, vấn đề ảnh hưởng của bão sẽ tăng lên đối với vùng biển và ven biển, vấn đề lốc xoáy phát triển nhiều hơn trên toàn lãnh thổ; vấn đề mưa lớn sẽ tăng thêm làm trầm trọng hơn hiện tượng lũ, lụt trên nhiều khu vực, gây khó khăn hơn cho việc cấp, thoát nước đô thị. Đặc biệt quan trọng là hiện tượng nước biển sẽ dâng cao thêm. Nó sẽ tác động mạnh mẽ tới việc quy hoạch và xây dựng công trình trên các vùng đất thấp gần biển, nơi đang tập trung phần lớn dân cư và hoạt động kinh tế quốc gia.

Đứng hàng đầu trong các thiên tai khí tượng là bão. Bão có nhiều hệ quả có thể tác động mạnh mẽ đến môi trường và các công trình. Nổi bật là gió mạnh trong bão. Hàng năm, trên suốt dải ven biển từ Khánh Hoà trở ra Bắc đều bị bão đe dọa. Trên một phần của lãnh hải - nơi đang diễn ra những hoạt động kinh tế sôi động, với nhiều công trình xây dựng quan trọng, cũng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của loại thiên tai này.

Sau bão là mưa lớn gây úng. Từ nhiều nguyên nhân khác nhau, hàng năm ở khắp cả nước đều có khả năng xuất hiện những đợt mưa lớn với cường độ

lên tới hàng trăm mm mỗi ngày. Bảng 1.13 cho kết quả đo lượng mưa lớn nhất đối với một số thời đoạn ở một số trạm

**Bảng 1.13. Lượng mưa lớn nhất ứng với thời đoạn (mm)
ở một số địa phương**

Trạm	Thời đoạn (phút)							
	10	20	30	60	120	240	480	1440
Lai Châu	33,1	36,7	39,5	68,6	104,7	119,5	152,1	312,6
Tuyên Quang	32,1	53,8	61,5	89,4	108,0	121,6	129,7	350,0
Hà Nội	35,2	56,0	84,0	170,8	179,4	234,5	375,0	568,6
Vinh	38,9	54,5	68,0	92,9	142,3	179,7	222,8	484,0
Huế	26,0	47,0	63,0	93,0	122,8	161,1	249,5	731,3
TP HCM	34,6	60,4	74,5	114,3	133,1	137,8	179,2	179,2
Sóc Trăng	24,1	38,2	45,2	59,2	79,3	104,3	107,5	315,3

Đối với các vùng núi, mưa lớn tạo lũ và đặc biệt là "lũ quét", thường xuất hiện những năm gần đây, đã tàn phá khá nghiêm trọng công trình xây dựng bao gồm cả đường sá, cầu cống trên nhiều khu vực. Trên các vùng đồng bằng, nhất là các đô thị lớn như ở Hà Nội, Hải Phòng, TP Hồ Chí Minh ... mưa lớn thường gây úng ngập, có tác động xấu đến môi trường đô thị, đến các công trình và sinh hoạt của thành phố. Việc tiêu thoát nước càng trở nên khó khăn tốn kém khi đô thị mở rộng. Đê điều cũng là một dạng công trình xây dựng, có quan hệ mật thiết với chế độ mưa của lưu vực. Mưa lớn gây lũ, thường xuyên đe dọa các hệ thống đê ở miền Bắc.

Lốc xoáy cũng là một dạng thiên tai, tuy có phạm vi hoạt động không lớn, song khả năng xuất hiện nhiều trên hầu khắp các khu vực đã làm cho tác động của nó trên toàn cục không nhỏ, đặc biệt khi đất nước đã có nền kinh tế phát triển. Ở Mỹ, những tàn phá do "vòi rồng" - 1 dạng đặc trưng của xoáy lốc - hàng năm lên tới vài trăm triệu, có khi hàng tỷ đô la. Ở Việt Nam những năm gần đây, những thiệt hại về người và công trình xây dựng do lốc xoáy gây ra cũng không nhỏ. Lốc xoáy được hình thành từ nhiều nguồn khác

nhau (cả nguyên nhân nhiệt lực và động lực), lốc xoáy thường gắn với sự tồn tại các cơn dông. Bảng 1.14 cho kết quả thống kê về số ngày có dông xuất hiện trên 1 số khu vực chính.

Bảng 1.14. Số ngày có dông trung bình tháng ở một số địa phương

Trạm	Quý 1			Quý 2			Quý 3			Quý 4		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Lai Châu	0.7	2.4	5.5	11.6	12.8	11.2	9.2	9.1	4.2	2.3	1	0.3
Hà Giang	0.1	0.7	3	7.4	9.8	11.8	4.3	12.7	6	2.1	0.7	0
Lạng Sơn	0.1	0.5	1.1	5.2	6.7	7.2	8.4	8.4	5.1	1.6	0.2	0
Th. Nguyên	0.2	1	2.1	6.3	9.6	10.7	11	11.8	6.4	2.5	0.2	0.1
Hồng Gai	0.2	0.3	1.2	4.1	5.2	7.6	6.2	10.1	5.7	1.6	5.2	0.1
Hà Nội	0.2	0.4	1.5	5.6	8.8	8.5	9.2	8.5	5.3	1.9	0.4	0
Vinh	0.1	0.6	2.7	5.2	6.8	4	3.2	6.4	6.3	3.6	0.4	0
Đà Nẵng	0	0.1	0.4	4	4	3.1	3.4	2.6	4.3	3.2	0.6	0
Quy Nhơn	0	0	0.1	1.1	4.3	3.3	2.2	2.5	5.7	2	0.5	0
Nha Trang	0	0	0	0.6	3	2	1.1	1.3	3.8	2	1.1	0
Trường Sa	0.1	0.2	0.1	0.6	2.9	2.1	1.7	2.3	2.6	1.4	1.8	1.6
B.M. Thuật	0	0	2	5	8.3	5.9	6.2	4.4	7.6	4.3	0.4	0
Đà Lạt	0	0.6	2.4	10	9.6	6.6	7.4	3.6	9.1	3.9	1.5	0
T.S. Nhất	0	0.3	0.2	2	11	8	13	9	9	8	6	1
Cần Thơ	0	0.3	0.8	5	12.3	7.3	6.8	6.1	10	9.4	4.5	0.3
Rạch Giá	0.3	0.6	2.4	9.7	14.3	8.7	8.9	7.7	11.9	11	9.3	2.1

Tuy chưa phản ánh được đầy đủ khả năng xuất hiện của lốc xoáy, song với số liệu trên cũng cho thấy mức độ và phạm vi ảnh hưởng của dòng lốc trên hầu hết các khu vực ở nước ta. Khả năng xuất hiện lốc xoáy khá lớn đối với nhiều vùng núi, nhất là các khu vực núi đá vôi hay có địa hình đặc biệt. Ở đồng bằng Nam Bộ cũng có nhiều khu vực dông lốc phát triển mạnh. Trên các vùng ven biển phía Đông số ngày có dông ít hơn và ít nhất là ven biển Nam Trung Bộ.

Nước dâng, sóng thần ... tuy không phải là thiên tai khí tượng song cũng có liên quan chặt chẽ với một số thiên tai nêu trên và cũng có khả năng tàn

phá lớn đối với công trình xây dựng, gây ra những hậu quả lớn về môi trường ... trên các vùng ven biển. Một số hiện tượng khác như gió khô nóng, hạn hán... ở những mức độ khác nhau cũng có ảnh hưởng nhất định đến các giải pháp xử lý công trình ở một số địa phương, bảo đảm điều kiện tiện nghi cho môi trường sống.

1.2.3. Đặc điểm của khí hậu miền Bắc

Khí hậu miền Bắc nước ta có nhiều đặc điểm khác với tình hình chung ở những miền cùng vĩ tuyến. Tuy giống như các nước nhiệt đới khác, ở miền Bắc nước ta hàng năm có hai lần mặt trời đi qua đỉnh trời, nhưng khí hậu miền Bắc lại có sự phân hóa theo mùa rất rõ rệt. Tính biến động mạnh mẽ của thời tiết trong mùa cũng là điều khá lạ thường đối với khí hậu nhiệt đới. Và hơn nữa, chỉ trong phạm vi lãnh thổ không đầy 18 vạn km² của miền Bắc nước ta, đã xuất hiện nhiều hình thái khí hậu, làm nhiễu loạn những quy luật phân hóa vĩ mô và đôi khi đối lập với cả những nét chung của đới khí hậu tiêu chuẩn.

Ở đây, vai trò gió mùa đã góp phần đáng kể làm sai lệch những hậu quả khí hậu do chuyển động biểu kiến của mặt trời. Nhiều nhà nghiên cứu khí hậu đã nhận xét: ngay trong khu vực nhiệt đới gió mùa cũng không đâu có mùa Đông lạnh và mùa Hè nhiều mưa như ở miền Bắc Việt Nam.

So sánh những đặc trưng cơ bản của khí hậu miền Bắc Việt Nam với những tiêu chuẩn nhiệt đới chứng tỏ các nhận xét ở trên (bảng 1.15 theo tài liệu [20]).

Bảng 1.15. So sánh các đặc trưng cơ bản của khí hậu nước ta với tiêu chuẩn nhiệt đới

Đặc trưng khí hậu	Tiêu chuẩn nhiệt đới	Miền Bắc Việt Nam	Miền Nam Việt Nam
1	2	3	4
Nhiệt độ trung bình năm	> 21 °C (theo Milơ)	22 - 24 °C	25 - 27 °C ở đồng bằng, 20 - 22 °C ở vùng Tây Nguyên
Nhiệt độ tháng lạnh nhất	> 18 °C (theo Kôpen)	15° - 19 °C	20 °C ở đồng bằng, 18 °C ở vùng Tây Nguyên
Số tháng có nhiệt độ dưới 20 °C	< 4 tháng (theo Đơmac-tôn)	2 - 4 tháng	Ở đồng bằng không có Ở vùng Tây Nguyên 2 - 4 tháng.

1	2	3	4
Biên độ dao động nhiệt độ năm	1 - 60°C (theo Becgơ)	9 - 14°C	3 - 5°C
Lượng mưa hàng năm	800 - 1800mm (theo Kaigorôđov)	1500 - 2500mm	1500 - 2500mm
Gió thịnh hành mùa Đông	Nhiệt đới	Nhiệt đới và cực đới biến tính	Nhiệt đới
Gió thịnh hành mùa Hè	Nhiệt đới và xích đạo (theo Alixov)	Nhiệt đới và xích đạo	Nhiệt đới và xích đạo

Miền Bắc Việt Nam trong một năm có hai mùa rõ rệt, mùa nóng từ đầu tháng V đến cuối tháng IX, mùa lạnh từ tháng XI đến hết tháng III, còn tháng IV là tháng chuyển tiếp từ mùa lạnh sang mùa nóng, tháng X là tháng chuyển tiếp từ mùa nóng sang mùa lạnh. Tháng lạnh nhất trong năm là tháng I, tháng nóng nhất thường là tháng VI hoặc tháng VII tùy theo từng địa phương.

Nhìn chung, khí hậu miền Bắc Việt Nam có 3 đặc điểm lớn như sau:

- Có tính chất nhiệt đới gió mùa đặc biệt;
- Có tính biến động mạnh mẽ;
- Có tính phân hóa đa dạng trên lãnh thổ miền Bắc.

1. Đặc điểm khí hậu mùa lạnh của miền Bắc

a) Lạnh hơn nhiều so với những vùng nhiệt đới khác

So với nhiệt độ tiêu chuẩn cùng vĩ tuyến, nhiệt độ trung bình tháng I ở miền Bắc nước ta thấp hơn tới 4 - 5 °C hay hơn nữa. Xét một số nơi có vĩ độ tương đương, ví dụ Nacơ (vĩ độ 21°B) có nhiệt độ trung bình tháng giêng là 21 °C, trong khi Hà Nội chỉ có 16,6 °C (chênh lệch 4,4 °C), nhiệt độ trung bình tháng giêng ở Bombay (vĩ độ 19°B) là 24,2°C, cao hơn ở Vinh 6,3°C; còn ở Viên Chăn (vĩ độ 18°B) là 21°7, cao hơn Đồng Hới 2,7°C.

Ở đồng bằng miền Bắc trong mùa lạnh nhiệt độ có thể xuống dưới 5 °C và ở miền núi dưới 0°C, nhiều nơi có sương muối, cá biệt một vài vùng núi cao có tuyết xuất hiện (Sa Pa). Nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất dưới 20 °C, miền núi từ 12 - 14 °C, ở đồng bằng từ 14 - 17 °C.

Bảng 1.16 cho số ngày trung bình có nhiệt độ tối thấp theo từng cấp ở một số nơi.

Bảng 1.16. Số ngày trong mỗi tháng có nhiệt độ tối thấp theo từng cấp, tính trung bình nhiều năm

Địa điểm	Cấp nhiệt độ tối thấp	Tháng XI	Tháng II	Tháng I	Tháng II	Tháng III
Lạng Sơn	< 5°	1,0	2,5	4,6	1,2	0,1
	< 10°	5,2	12,5	18,1	12,0	2,7
	< 15°	14,5	25,7	28,2	23,0	12,5
Lai Châu	< 5°	-	-	0,1	-	-
	< 10°	0,6	2,4	2,8	0,8	0,1
	< 15°	3,4	19,9	24,9	18,9	6,0
Hà Nội	< 5°	-	-	-	-	-
	< 10°	0,5	0,8	4,0	2,1	0,1
	< 15°	5,0	13,2	21,5	15,5	4,9
Vinh	< 5°	-	-	-	-	-
	< 10°	-	0,2	2,4	0,6	-
	< 15°	2,1	8,6	17,0	11,7	2,9

Cũng vì nhiệt độ mùa Đông xuống thấp, làm cho biên độ dao động nhiệt độ năm đạt tới 9 - 14°C, gần gấp đôi trị số tiêu chuẩn nhiệt đới.

b) Mùa lạnh ở miền Bắc nước ta là một mùa lạnh ẩm ướt

Về mùa lạnh, độ ẩm tương đối cao, chứ không phải là mùa khô như một số nước nhiệt đới khác. Vào nửa cuối của mùa lạnh, độ ẩm càng cao hơn.

Đầu mùa lạnh (từ tháng XI đến tháng I) gọi là thời kì lạnh khô, nhưng độ ẩm trung bình ở vùng Đông Bắc cũng đạt tới 80%, ở Việt Bắc, Tây Bắc và đồng bằng Bắc Bộ đạt tới 85%. Từ Nghệ An trở vào do ảnh hưởng của mưa muộn nên độ ẩm còn đạt tới 85 - 90%. Số ngày có độ ẩm dưới 50 - 60% ở miền Bắc rất ít.

Cuối mùa lạnh (từ tháng I đến hết tháng III) lại càng ẩm hơn, độ ẩm trung bình tháng ở đồng bằng Bắc Bộ là 85 - 90%; ở Thanh Hóa và Nghệ An lớn

hơn 90%. Độ ẩm cao làm tăng sự tổn thất nhiệt của con người, cùng với nhiệt độ thấp đã tạo thành trạng thái rét buốt trong mùa lạnh.

Tình trạng ẩm ướt, thiếu nắng từ tháng II đến tháng III đã làm cho bầu trời nhiều khi âm u. Một số ngày còn xuất hiện sương mù vào sáng sớm, gây ra tình trạng thiếu ánh sáng trong một số thời gian vào mùa Đông. Điều này cần được chú ý khi thiết kế chiếu sáng cho các công trình.

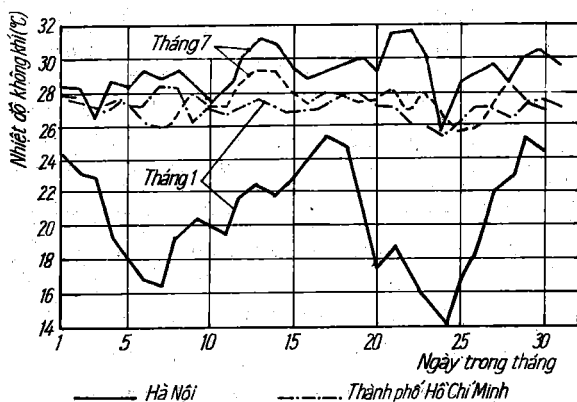
Ở những vùng núi cao và ven biển số ngày có sương mù nhiều hơn các địa phương khác, chẳng hạn như ở Sa Pa: trong suốt mùa lạnh mỗi tháng có trên 10 ngày có sương mù. Ở Phủ Liễn có tháng như tháng II còn đạt tới 22 ngày, tháng III tới 27 ngày.

c) Trong mùa lạnh, khí hậu miền Bắc nước ta có tính biến động mạnh và sự khác biệt về khí hậu giữa các địa phương rất rõ rệt

ở miền Bắc nước ta, trong mùa lạnh thường xuyên chịu tác động của frông lạnh cực đối, trung bình mỗi tháng khoảng 3 đợt và nhiều nhất là vào tháng XII. Mỗi khi có lạnh thổi qua, nhiệt độ thường giảm xuống đột ngột trong từng giờ và sau 24 giờ (một ngày đêm) nhiệt độ có thể giảm trên 10°C. Cũng vì vậy mà biên độ dao động nhiệt độ ngày trong mùa lạnh đáng kể (theo quy luật chung) phải bé hơn mùa nóng, vì bức xạ mặt trời nhỏ, thì ở Bắc Bộ lại có hiện tượng đặc biệt là: biên độ ngày của nhiệt độ ở một số địa phương trong mùa lạnh còn lớn hơn trong mùa nóng (bảng 1.17).

Bảng 1.17. Hiệu số giữa nhiệt độ tối cao và tối thấp trong ngày

Địa điểm	Mùa Đông			Mùa hè		
	Tháng XII	Tháng I	Tháng II	Tháng V	Tháng VI	Tháng VII
Móng Cái	7,8	6,9	5,7	5,9	5,8	6,0
Lạng Sơn	9,2	8,2	7,0	7,8	7,6	7,9
Lào Cai	8,1	7,4	7,2	8,6	8,0	8,1
Điện Biên	14,2	14,7	15,2	12,0	8,6	8,3
Sơn La	11,4	11,4	11,3	10,4	8,2	7,6
Hà Nội	7,2	6,8	5,8	7,9	7,4	7,1
Thanh Hóa	6,8	5,9	5,0	6,9	7,0	7,1
Vinh	5,6	5,4	4,7	7,7	7,6	8,0



Hình 1.20: Biến thiên nhiệt độ ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh

Cũng vì nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến khí hậu mùa lạnh không phải chỉ là mặt trời mà do tác động của hoàn lưu khí quyển, cho nên địa hình có ý nghĩa rất lớn đối với đặc điểm khí hậu mỗi địa phương. Các dãy núi ở miền Bắc nước ta đều chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, nên ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc ở các địa phương không giống nhau. Điều đó đã dẫn đến sự khác biệt rõ rệt về khí hậu các vùng nhất là giữa Bắc và Nam, gradient nhiệt độ đạt tới 0,6 - 1 °C trên mỗi vĩ độ, đó là trị số dị thường đối với vùng nhiệt đới (ở Ấn Độ chỉ vào khoảng 0,2 - 0,3 °C trên mỗi vĩ độ).

Tính dao động và bất ổn định nhiệt càng vào Nam càng giảm dần, ở thành phố Hồ Chí Minh nhiệt độ ổn định hơn ở Hà Nội rất nhiều (hình 1.20).

2. Đặc điểm khí hậu mùa nóng ở miền Bắc

Miền Bắc nước ta thuộc miền khí hậu nhiệt đới, rất phong phú về nhiệt bức xạ của mặt trời, đồng thời chịu ảnh hưởng gió mùa Đông Nam từ vịnh Bắc Bộ (Thái Bình Dương) thổi vào và gió mùa Tây Nam từ Ấn Độ Dương thổi sang. Các hướng gió này nói chung trùng với hướng núi nên xâm nhập dễ dàng vào toàn bộ lãnh thổ nước ta và vì vậy đã ảnh hưởng đến các đặc điểm khí hậu mùa nóng như sau:

a) *Chế độ nhiệt ổn định hơn so với mùa lạnh và sự phân hóa giữa các vùng ít rõ rệt*

Như hình 1.19 thể hiện, ta thấy trong tháng VII nhiệt độ dao động ít hơn tháng I và sự khác nhau giữa thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội cũng ít hơn tháng I rất nhiều. Nhưng cũng cần chú ý là sự khác biệt theo hướng Nam Bắc ít, nhưng giữa miền Đông Bắc và Tây Bắc rõ rệt hơn.

b) Trong mùa nóng nước ta có lượng nhiệt rất phong phú

Mặt trời thường đi qua đỉnh đầu, tia nắng gần như chiếu thẳng góc với mặt đất, cho nên lượng bức xạ tổng cộng rất lớn, có thể đạt trên 950 - 1080 kcal/m²h (1100 - 1260 W/m²). Mặt khác do lượng mây lớn, nên lượng tán xạ chiếm tỉ lệ rất cao, trung bình từ 40 - 50% tổng xạ, có nơi còn lớn hơn 50% (ở đồng bằng và vùng núi phía Bắc có lượng mây trung bình là 8/10, ở Trung Bộ và Tây Bắc, lượng mây trung bình là 6 - 7/10). Biên độ nhiệt độ trung bình trong ngày không lớn như các vùng nóng khô ở châu Phi và Trung Á, nhưng nhiệt độ trung bình lớn, nhiệt độ tối cao thường xấp xỉ 40 °C, cá biệt có nơi tới 45 °C. Ở vùng núi thấp, biên độ dao động nhiệt độ ngày lớn hơn các vùng khác, trung bình đạt tới 7 - 8 °C hay cao hơn nữa.

c) Độ ẩm không khí trong mùa nóng rất lớn và lượng mưa ở mọi địa phương đều rất dồi dào

Có thể nói miền Bắc nước ta là một trong những vùng có độ ẩm rất lớn. Độ ẩm trung bình tháng thường đạt tới 80 - 85%, ở miền núi và duyên hải còn lên tới 85 - 90%. Riêng miền Trung do tác dụng của phơn nóng (gió Lào) độ ẩm trung bình trong tháng VI, tháng VII có thấp hơn, thường vào khoảng 75 - 80%. Độ ẩm cao làm cho mồ hôi khó bốc hơi tỏa nhiệt, kết hợp với nhiệt độ cao đã hình thành trạng thái khí hậu oi bức, rất khó chịu trong mùa nóng, nhất là vào những lúc lặng gió hay trong các nhà thông gió kém.

Lượng mưa trong mùa nóng trên khắp miền Bắc rất lớn, thường trên dưới 1500mm trong toàn mùa.

Lượng mưa ở miền Bắc nước ta không những tập trung theo mùa, mà còn tập trung theo từng trận mưa rất lớn. Số liệu quan trắc của các trạm khí tượng cho thấy:

Trong 5 phút lượng mưa đạt tới		20mm
" 15 phút	"	50mm
" 30 phút	"	70mm
" 60 phút	"	120mm
" 24 giờ	"	800mm

Điều này cần hết sức chú ý khi thiết kế thoát nước mưa trên mái nhà và trong tiểu khu.

d) Gió phơn nóng (gió "Lào")

Đây cũng là một đặc điểm khí hậu không thể bỏ qua được trong khi thiết kế kiến trúc. Nó là một loại gió khô nóng ở nước ta thổi theo hướng Tây Nam từ phía Lào sang. Theo tài liệu [20] chỉ tiêu xác định gió phơn nóng là:

$t_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$ và $\varphi_{\min} \leq 55\%$, còn gió phơn nóng mạnh là:

$t_{\max} \geq 37^{\circ}\text{C}$ và $\varphi_{\min} \leq 45\%$.

Theo những chỉ tiêu trên thì ở đồng bằng Bắc Trung Bộ (Nghệ An, Hà Tĩnh và Quảng Bình, Quảng Trị) trung bình hàng năm có trên dưới 30 ngày có gió phơn nóng, trong đó có 7 - 10 ngày gió phơn nóng mạnh. Gió phơn nóng giảm nhanh chóng khi lên phía Bắc, tới đồng bằng Thanh Hóa chỉ còn 10 - 15 ngày trong một năm và tới đồng bằng trung du Bắc Bộ chỉ còn khoảng 5 - 10 ngày trong một năm.

1.2.4. Đặc điểm của khí hậu miền Nam

Nếu như khí hậu miền Bắc có dạng đặc biệt của khí hậu nhiệt đới với mùa Đông lạnh khác thường, không gặp ở bất cứ nơi nào cùng vĩ tuyến; thì khí hậu miền Nam lại mang nhiều tính chất chung của nhiệt đới hơn. Tham khảo bảng 1.15 để so sánh các đặc trưng nhiệt ẩm ở miền Nam với các tiêu chuẩn nhiệt đới do nhiều tác giả khác nhau nêu lên, ta đều thấy có một sự phù hợp tốt đẹp.

Nhìn chung, khí hậu miền Nam có nhiều điều kiện thuận lợi hơn đối với cuộc sống của con người, cũng như cho sự sống nói chung. Sự khắc nghiệt của khí hậu có lẽ chỉ còn tập trung chủ yếu vào nhân tố bức xạ mặt trời, những trận mưa thường xuyên kéo dài và độ ẩm thường xuyên cao. Thời gian mặt trời nằm ở vòm đỉnh trời dài hơn các tỉnh ở miền Bắc, vì vậy tác dụng của bức xạ mặt trời chiếu trên mái nhà càng mãnh liệt.

Càng xuống các tỉnh phía Nam, số ngày có mặt trời nằm ở nửa vòm trời phía Bắc càng nhiều hơn, ví dụ ở Plâycu từ 1/5 đến 20/8, tại thành phố Hồ Chí Minh thì từ 16/4 đến 28/8 (134 ngày trong năm). Tính ổn định của khí hậu rõ rệt hơn và biên độ dao động của nhiệt độ trong năm cũng như trong ngày đều nhỏ hơn các tỉnh phía Bắc. Ảnh hưởng của gió "Lào" hầu như không có, bão lớn cũng ít khi xảy ra.

Căn cứ vào các đặc điểm khí hậu chủ yếu, có thể phân chia miền Nam thành các vùng khí hậu chính: miền ven biển Trung Bộ; miền Tây Nguyên và đồng bằng Nam Bộ.

1.3. PHÂN VÙNG KHÍ HẬU XÂY DỰNG VIỆT NAM

Phân vùng khí hậu là một nội dung quan trọng trong nghiên cứu khí hậu. Nó thể hiện một cách tập trung nhất sự phân hoá về khí hậu trên một lãnh thổ theo một mục tiêu nào đó. Để tồn tại một sơ đồ phân vùng khí hậu tự nhiên trên một lãnh thổ thì trước hết trên lãnh thổ đó khí hậu phải phân hoá đủ lớn. Nó được phản ánh qua hệ thống phân vị của sơ đồ phân vùng. Còn đối với các mục tiêu ứng dụng, ngoài tính phân hoá của khí hậu, đòi hỏi phải tồn tại mối quan hệ đủ chặt giữa khí hậu với đối tượng ứng dụng và mối quan hệ đó phải được định lượng hoá qua hệ thống chỉ tiêu.

Trong cuốn "Khí hậu Việt Nam" [20] tuy không hình thành nội dung phân vùng khí hậu với đầy đủ cơ sở của nó, song qua phần mô tả ta cũng thấy nổi lên một sơ đồ phân vùng khí hậu tự nhiên Việt Nam gồm 4 miền và một số vùng khí hậu. Cũng với mục tiêu phân vùng khí hậu tự nhiên, trong công trình của Nguyễn Hữu Tài, Phan Tất Đắc, Phạm Ngọc Toàn (1976) đã đưa ra một sơ đồ phân vùng có đầy đủ hệ thống phân vị, chỉ tiêu. Sơ đồ này gồm hệ thống phân vị 3 cấp : miền, vùng và tiểu vùng khí hậu. Toàn lãnh thổ được chia thành 2 miền với 7 vùng và 35 tiểu vùng .

Phục vụ cho công tác nghiên cứu, quy hoạch, thiết kế và thi công công trình, đã có nhiều loại bản đồ khí hậu và phân vùng khí hậu được thiết lập ở các nước. Song ở nhiều nước cũng như ở nước ta thường tồn tại 1 bản đồ phân vùng khí hậu phục vụ chung cho công tác xây dựng kiến trúc. Đối tượng chính của nó là những công trình xây dựng kiến trúc mà ở đó con người sống, làm việc thường xuyên, như nhà ở, công sở, trường học, nhà máy,... Nhà ở được coi là đối tượng trung tâm. Với đối tượng như thế, những điều kiện khí hậu được xét chủ yếu là có ý nghĩa về sinh khí hậu, các yếu tố như nhiệt, ẩm, gió, bức xạ thường có vai trò quan trọng. Một cách tổng hợp hơn, các chỉ số sinh khí hậu, ở những mức độ khác nhau đã phản ánh tốt nhất điều kiện khí hậu mà ta đang cần xét. Vì thế chúng thường được dùng làm chỉ tiêu cho nội dung phân vùng này.

Song như đã nêu ở trên, để có một sơ đồ phân vùng khí hậu trên một lãnh thổ, điều kiện cần là phải tồn tại sự phân hoá của khí hậu theo không gian trên lãnh thổ đó. Đối với các mục tiêu ứng dụng, phân hoá này phải được thể hiện trên những chỉ tiêu khí hậu có liên quan. Trong phân vùng khí hậu xây

dựng, đặc tính phân hoá trước hết phải được thể hiện ở những tổ hợp chỉ tiêu nêu trên.

Dưới đây giới thiệu kết quả nghiên cứu của đề tài "Phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam" do TS. Trần Việt Liễn chủ trì [31], kết quả này đã được đưa vào Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 4080-85).

- Dựa trên kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa cơ thể người và môi trường khí hậu, chủ yếu là môi trường vi khí hậu trong công trình, đã sử dụng chỉ số "cán cân nhiệt của cơ thể con người" (CCN - cal/phút) kết hợp với một số chỉ số và đặc trưng khí hậu khác có liên quan làm cơ sở cho việc xây dựng hệ thống chỉ tiêu phân vùng khí hậu xây dựng.

- Thông qua việc phân tích các quy luật phân hoá của khí hậu Việt Nam, được thể hiện qua các chỉ tiêu đã chọn và mối quan hệ của chúng với đối tượng là các công trình xây dựng đã đi đến xác lập một hệ thống phân vị gồm 3 cấp :

* *Miền khí hậu* là cấp phân vị dùng để thể hiện sự khác biệt về khí hậu có liên quan đến đặc tính của đới khí hậu (nhiệt đới và không hoàn toàn nhiệt đới), có ảnh hưởng đến việc lựa chọn các dạng, kiểu kiến trúc chủ yếu, đến việc quy hoạch xây dựng đô thị.

* *Vùng khí hậu* là cấp cơ sở của sơ đồ, thể hiện sự khác nhau về khí hậu có liên quan đến mô hình xử lý giữa 2 giải pháp lớn là chống nóng và chống lạnh cho công trình. Vấn đề chống ảnh hưởng của một số hiện tượng khí tượng cực đoan cũng được kết hợp.

* *Vành đai khí hậu* là cấp phân vị đặc biệt nhằm thể hiện sự khác nhau về khí hậu theo độ cao địa hình có quan hệ đến việc xử lý 2 giải pháp cơ bản đã nêu cho các vùng khí hậu.

Trong kết quả nghiên cứu trên còn nêu ra một cấp phân chia phụ là các tiểu vùng khí hậu, nhằm chi tiết hơn theo sự phân hoá của một số đặc trưng khí hậu có liên quan đến các hiện tượng khí tượng mang tính địa phương, có ảnh hưởng đến nhiều đối tượng xây dựng khác nhau.

Theo "Phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam", lãnh thổ Việt Nam chia làm 2 miền khí hậu : miền khí hậu Bắc và miền khí hậu Nam, chúng được phân cách bởi dãy Hải Vân. Miền khí hậu Bắc được chia thành 3 vùng AI, AII và AIII. Miền khí hậu Nam được chia thành 2 vùng : BIV và BV (hình 1.20).

Dưới đây là tóm tắt một số đặc điểm chính của các miền và vùng khí hậu trong bản đồ trên.

A. Miền khí hậu Bắc

Bao gồm toàn bộ các tỉnh nằm ở phía Bắc đèo Hải Vân. Đặc điểm khí hậu cơ bản là nhiệt đới, gió mùa, có mùa Đông lạnh. Thời kì lạnh kéo dài trên 60 ngày. Nhiệt độ trung bình năm nhỏ hơn hoặc bằng 24°C . Biên độ nhiệt độ năm trên 6°C . Nhiệt độ hiệu dụng lúc 1 giờ tháng I nhỏ hơn 20°C . Miền khí hậu này gồm các vùng AI, AII và AIII.

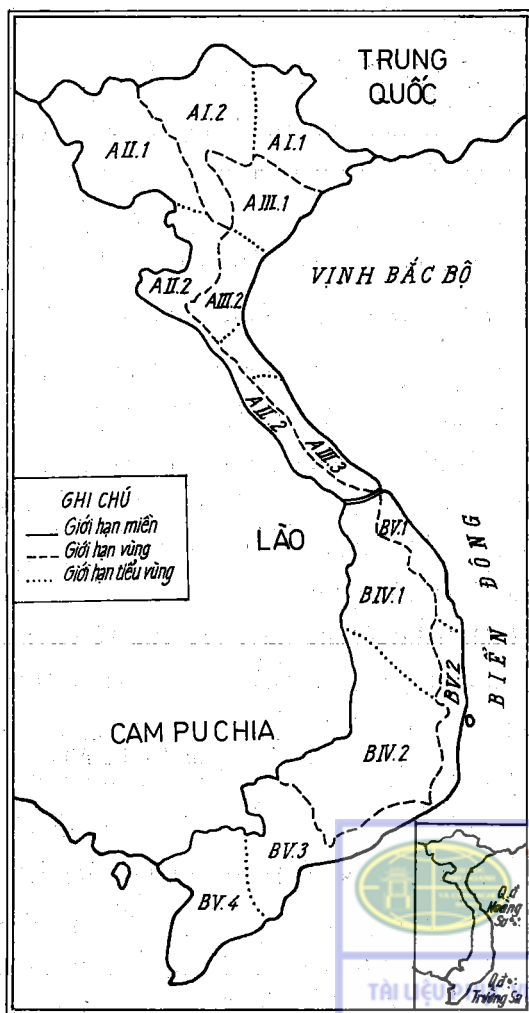
AI. Vùng khí hậu núi Đông Bắc và Việt Bắc

Đây là vùng có mùa Đông lạnh nhất của nước ta. Nhiệt độ thấp nhất có thể xuống tới 0°C , có khả năng xuất hiện băng giá, ở núi cao có thể có mưa tuyết. Mùa Hè, mức độ nóng ít hơn so với vùng đồng bằng, nhưng ở các thung lũng thấp có khả năng xảy ra nhiệt độ cao nhất trên 40°C . Trừ một thời gian ngắn khô hanh, khí hậu nói chung là ẩm ướt. Mưa nhiều, có nhiều trung tâm mưa lớn. Trừ ven biển Quảng Ninh, các nơi khác ít hoặc không chịu ảnh hưởng của bão. Trong vùng này, yêu cầu về chống lạnh cao hơn chống nóng. Thời kỳ cần phòng chống lạnh có thể kéo dài trên 120 ngày, nhất là về ban đêm. Độ cao và dạng địa hình có vai trò đặc biệt quan trọng trong quy hoạch và thiết kế xây dựng. Vành đai núi cao không có yêu cầu phòng chống nóng. Vùng này chia thành 2 tiểu vùng: AI₁ và AI₂ (hình 1.20).

AII. Vùng khí hậu núi Tây Bắc và Bắc Trường Sơn

Vùng này ít lạnh hơn 2 vùng AI và AIII nhưng đại bộ phận là núi có độ cao khá lớn nên vẫn có mùa Đông lạnh. Nhiệt độ thấp nhất có thể xuống dưới 0°C ở phía Bắc và dưới 5°C ở phía Nam. Tại khu vực núi cao phía Bắc có khả năng xuất hiện băng giá, mưa tuyết. Chịu ảnh hưởng của thời tiết khô nóng, ở các thung lũng thấp có thể xảy ra nhiệt độ cao nhất trên 40°C , khí hậu vùng Tây Bắc không chịu ảnh hưởng trực tiếp của biển. Khí hậu mang nhiều tính chất lục địa, biên độ nhiệt độ ngày lớn. Chịu ảnh hưởng ít hoặc không chịu ảnh hưởng của gió bão, nhưng do ảnh hưởng của đông, lốc nên vận tốc gió mạnh có thể lên trên 40 m/s , nhưng thời gian tồn tại ngắn. Trên phần lớn vùng này, hàng năm có một mùa khô kéo dài gần trùng với thời kì lạnh. Không có thời kì mưa phùn, lạnh ẩm hoặc nồm ẩm. Địa hình và độ cao có vai trò quan trọng đặc biệt. Vành đai núi cao không có yêu cầu phòng,

chống nóng. Vùng khí hậu AII này chia thành 2 tiểu vùng khí hậu: AII₁ và AII₂ (hình 1.20).



Hình 1.20. Bản đồ phân vùng Khí hậu xây dựng Việt Nam.
(Nguồn: TCVN 4080 : 1985, trang 7/208)

AIII. Vùng khí hậu đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ

Ảnh hưởng của không khí cực đới yếu hơn vùng AI lại nằm sát biển nên có mùa Đông ít lạnh hơn. Nhiệt độ thấp nhất hầu như không có khả năng xuống dưới 0°C ở phía Bắc và dưới 5°C ở phía Nam. Nhiệt độ cao nhất có thể đạt tới 40°C, riêng phần phía Nam, từ Thanh Hoá trở vào có thể đạt tới 42 - 43°C do chịu ảnh hưởng của thời tiết khô nóng.

Chịu tác động trực tiếp của biển nên biên độ ngày của nhiệt độ, độ ẩm ... bé hơn so với 2 vùng núi AI, AII. Mưa nhiều, cường độ mưa khá lớn. Mùa ẩm, mùa khô không đồng nhất trong vùng. Khí hậu nói chung thuộc loại nóng ẩm. Đây là vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp và mạnh mẽ nhất của bão, đặc biệt là khu vực ven biển. Tốc độ gió bão mạnh có thể vượt 40 m/s. Ở các khu vực sát biển gió giật mạnh có thể đạt trên 50 m/s.

Nhìn chung, yêu cầu chống nóng cho công trình có vị trí quan trọng hơn, nhưng vẫn phải chú ý việc phòng, chống lạnh, nhất là vấn đề chắn hướng gió mùa mùa Đông.

Vùng khí hậu AIII chia thành 3 tiểu vùng khí hậu: AIII₁ , AIII₂ , AIII₃ (hình 1.20) .

B. Miền khí hậu Nam

Bao gồm toàn bộ các tỉnh ở phía Nam đèo Hải Vân. Tính chất cơ bản của khí hậu là nhiệt đới, gió mùa. Tuy phía Bắc miền này vẫn còn chịu ảnh hưởng phần nào của không khí lạnh cực đới biến tính, nhất là các đợt gió mùa Đông Bắc mạnh. Song nói chung, ở các vùng thấp có thể coi là không có mùa Đông lạnh . Ở đồng bằng quanh năm chỉ có một mùa nóng.

Ở các vùng thấp, nhiệt độ trung bình năm lớn hơn 24°C, biên độ nhiệt độ năm nhỏ hơn hoặc bằng 6°C, nhiệt độ hiệu dụng lúc 1 giờ tháng I lớn hơn hoặc bằng 20°C. Trừ vùng núi và tiểu vùng chuyển tiếp phía Bắc, miền này không có yêu cầu phòng chống lạnh. Chống nóng cho công trình là chủ yếu.

BIV. Vùng khí hậu Tây Nguyên

Có đặc điểm cơ bản của khí hậu vùng núi nhiệt đới. Mùa Đông còn chịu ảnh hưởng phần nào của gió mùa Đông Bắc, song mức độ lạnh chủ yếu do độ cao địa hình quyết định. Ở cùng độ cao, nhiệt độ các tháng mùa Đông ở đây cao hơn vùng AI từ 4 đến 5°C. Vì vậy mùa Đông thuộc loại ít lạnh. Nhiệt độ thấp nhất trên vành đai núi cao từ 0 đến 5°C, ở các vùng khác trên 5°C. Dưới vành đai núi thấp, mùa Hè nóng, nhiệt độ cao nhất có thể tới 40°C, nhất là các khu vực thung lũng. Ở độ cao trên 1500 m không có mùa nóng. Mùa mưa và mùa khô tương phản nhau rõ rệt. Cường độ mưa khá lớn, ít hoặc không chịu ảnh hưởng của gió bão. Phần phía Tây cũng có một số nét của khí hậu lục địa, biên độ ngày của nhiệt độ lớn, tương tự như Tây Bắc.

Mùa khô ở vùng này có nhiều bụi và thiếu nước. Ở những khu vực núi thấp, vấn đề chủ yếu vẫn là chống nóng cho công trình.

Vùng khí hậu Tây Nguyên có thể phân thành hai tiểu vùng khí hậu : tiểu vùng Bắc và tiểu vùng Nam.

a. Tiểu vùng Bắc Tây Nguyên. Gồm hai tỉnh Gia Lai và Kôn Tum. Khí hậu ở đây có đặc điểm là phân làm hai mùa rõ rệt : mùa ẩm áp kéo dài từ tháng IV đến tháng IX, mùa lạnh từ tháng X đến tháng III năm sau. Nhưng trong mùa nóng cũng không nóng lắm, không bị ảnh hưởng của gió phơn nóng, còn trong mùa lạnh, khí hậu cũng không rét lắm.

Độ ẩm thường cao, trung bình qua các tháng biến thiên từ 75 ~ 90%, nên trong mùa lạnh có nhiều sương mù, nhưng không có sương muối hoặc sương giá như vùng núi ở miền Bắc.

Nhiệt độ trung bình năm từ 22 ~ 24°C. Trong mùa ẩm từ 24 ~ 26°C, trong mùa lạnh từ 19 ~ 23°C, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối có thể xuống tới 5°C và thường xảy ra vào tháng I, còn nhiệt độ tối cao tuyệt đối là 38 ~ 39°C và thường xảy ra vào tháng IV (đường 5 hình 1.9).

Lượng mưa trung bình năm từ 1800 ~ 2100 mm và phân bố đều trong mùa mưa, từ tháng IV đến tháng X.

b. Tiểu vùng Nam Tây Nguyên. Đó là hai tỉnh Đắc Lắc và Lâm Đồng. Khí hậu ở đây quanh năm mát, lạnh hoặc rét, gần giống khí hậu miền ôn đới. Thời gian rét kéo dài từ tháng X đến tháng III năm sau. Trong những tháng này thường có sương mù và sương giá.

Nhiệt độ trung bình năm từ 17° ~ 21°C, trung bình qua các tháng từ 16 ~ 23°C (đường 6 hình 1.9), nhiệt độ tối cao tuyệt đối chỉ đạt tới 28 ~ 33°C và thường xuất hiện vào tháng IV. Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối là 8 ~ 10°C. Riêng ở Đà Lạt nhiệt độ có thể xuống tới 0,5 ~ 1°C.

Lượng mưa trung bình năm từ 1500 ~ 2000 mm. Mùa mưa kéo dài từ tháng IV đến tháng X. Độ ẩm trung bình qua các tháng biến thiên từ 75 ~ 90%.

BV. Vùng khí hậu đồng bằng Nam Bộ và Nam Trung Bộ

Khí hậu cơ bản là nhiệt đới gió mùa, có mùa Đông không lạnh, trừ phần chuyển tiếp phía Bắc. Nhiệt độ thấp nhất nói chung không dưới 10°C. Nhiệt độ cao nhất vượt 40°C ở phía Bắc và đạt 35 - 40°C ở phía Nam. Do ảnh

hưởng của biển, biên độ nhiệt độ ngày cũng như năm đều nhỏ. Hàng năm chỉ có 2 mùa khô, ẩm phù hợp với 2 mùa gió mùa, tương phản nhau rõ rệt và không đồng nhất trong vùng. Cường độ mưa khá lớn ở Nam Bộ và khá nhỏ ở Nam Trung Bộ. Phần ven biển từ Đà Nẵng đến Khánh Hoà chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão. Chống nóng là nhiệm vụ trung tâm. Vùng khí hậu này chia thành 4 tiểu vùng: BV_1 , BV_2 , BV_3 và BV_4 .

Đặc điểm khí hậu các tiểu vùng đồng bằng Nam Trung Bộ. Đặc điểm khí hậu của tiểu vùng này là mỗi năm có 2 mùa: mùa mưa và mùa khô rất rõ rệt, mùa mưa kéo dài từ tháng V đến tháng X. Hầu như quanh năm trời nóng ẩm, tuy rằng đầu năm và cuối năm có khí hậu mát. Nhiệt độ trung bình năm từ $25 - 26^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ trung bình tháng biến thiên từ $24 - 29^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ tối thấp từ $15 - 18^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối cao từ $38 - 39^{\circ}\text{C}$. Nói chung vùng này ít mưa và khô hạn kéo dài, lượng mưa trung bình năm từ 800 - 1500mm.

Đặc điểm khí hậu đồng bằng Nam Bộ : Địa hình Nam Bộ nói chung là bằng phẳng (tuy miền Đông Nam Bộ có cao hơn một chút) và vĩ độ của các tỉnh chênh lệch không lớn, cho nên khí hậu Nam Bộ khá điều hoà và đồng nhất. Mỗi năm có hai mùa rõ rệt : mùa mưa và mùa khô nắng ráo. Trời nắng ấm quanh năm, hầu như không có mùa lạnh và ít khi bị ảnh hưởng của gió bão lớn.

Độ ẩm quanh năm cao và biến thiên qua các tháng trong khoảng 70 ~ 90%. Nhiệt độ trung bình năm từ $26 \sim 27^{\circ}\text{C}$, trung bình qua các tháng từ $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ (đường 8 hình 1.9). Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối từ $18 \sim 20^{\circ}\text{C}$, trừ một vài tỉnh phía Đông có thể xuống tới $15 \sim 16^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ tối cao tuyệt đối là $36 \sim 38^{\circ}\text{C}$, cá biệt có nơi tới 40°C và thường xảy ra vào tháng IV, V.

Gần như mỗi năm đều có 6 tháng nắng ráo và 6 tháng mưa. Mùa mưa thường kéo dài từ tháng V đến tháng XI. Lượng mưa trung bình năm từ 2000 - 3000mm. Riêng các tỉnh nằm trong lưu vực sông Cửu Long và Hậu Giang do ảnh hưởng của nước nguồn sông Mê Kông và Bát Sát đổ về nhiều trong các tháng mưa to, nên vào các tháng IX, X nước tràn ngập đồng ruộng, có nơi nước dâng lên cao tới 3 đến 4m, như Châu Đốc, Long Xuyên và Sa Đéc.

2.1. VI KHÍ HẬU TRONG CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC

Khí hậu chung của mỗi vùng chịu tác động của các nhân tố vĩ mô như mặt trời, vĩ độ, địa hình, trạng thái bề mặt trái đất, trạng thái khí quyển v.v... gọi là "đại khí hậu". Vi khí hậu là khí hậu ở một phạm vi nhỏ như khí hậu trong phòng, trong công trình, khí hậu trong xóm, trong tiểu khu v.v... Ngoài các tác động của các nhân tố vĩ mô, vi khí hậu còn chịu tác động chủ yếu của các điều kiện biên do con người tạo nên, như: nhà cửa, giải pháp bố trí quy hoạch kiến trúc, cây cối, ao hồ, sân bãi, kết cấu ngăn che, cũng như các hoạt động sinh hoạt và sản xuất của con người.

Xuất phát từ sự tác động của vi khí hậu đến con người và công trình, vi khí hậu được đặc trưng bởi 4 yếu tố chính: nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, tốc độ chuyển động của không khí và bức xạ của môi trường (do mặt trời, do khí quyển và do nhiệt độ bề mặt của các kết cấu xung quanh).

Nhiệt độ không khí có ảnh hưởng lớn nhất đối với cảm giác nóng lạnh của con người. Tăng cao nhiệt độ trong mùa lạnh sẽ đảm bảo điều kiện ấm áp cho con người, hạ thấp nhiệt độ trong mùa nóng sẽ làm cho người ta cảm thấy mát mẻ dễ chịu. Biên độ dao động nhiệt độ không khí trong ngày là một chỉ tiêu có quan hệ đến điều kiện vệ sinh đối với con người. Dao động nhiệt độ càng lớn, cơ thể con người càng phải điều tiết nhiều, nên càng mệt mỏi và dễ sinh ốm đau.

Độ ẩm cũng liên quan khá lớn đến điều kiện nóng lạnh của con người. Về mùa lạnh, độ ẩm càng cao, cơ thể bị mất nhiệt ra môi trường chung quanh càng nhanh, do đó càng cảm thấy lạnh. Về mùa nóng độ ẩm càng cao, mồ hôi càng khó bốc hơi tỏa nhiệt, con người cảm thấy oi bức.

Tốc độ gió có liên quan tới tốc độ bốc hơi tỏa nhiệt của mồ hôi, cũng như đẩy mạnh quá trình trao đổi nhiệt giữa con người và môi trường xung quanh bằng đối lưu. Gió càng lớn cơ thể thoát nhiệt càng nhanh, do đó gây cảm giác mát mẻ trong mùa nóng và cảm giác rét buốt trong mùa lạnh.

Ngoài lượng bức xạ của mặt trời và khí quyển, con người còn trao đổi nhiệt bức xạ với các bề mặt kết cấu và đồ vật xung quanh. Khi nhiệt độ bề mặt cao hơn nhiệt độ mặt da người, cơ thể sẽ nhận thêm lượng nhiệt bức xạ của các bề mặt đó. Khi nhiệt độ mặt da lớn hơn thì ngược lại, cơ thể sẽ bức xạ nhiệt lượng tới các bề mặt xung quanh. Nhiệt độ bề mặt kết cấu có thể tăng thêm cảm giác nóng bức trong mùa nóng và giá lạnh trong mùa lạnh của con người.

Cần chú ý là các tác động của các yếu tố vi khí hậu lên cơ thể con người có tính chất tổng hợp, đồng thời và quan hệ hữu cơ với nhau.

2.2. TÁC ĐỘNG CỦA CÁC YẾU TỐ VI KHÍ HẬU ĐẾN CẢM GIÁC NHIỆT CỦA CON NGƯỜI

Nhiệt độ bản thân con người (thân nhiệt) thường giữ một trị số không đổi từ 36,5°C đến 37,5°C, trung bình là 37°C. Sở dĩ thân nhiệt cố định là do các bộ phận chức năng điều hòa nhiệt làm việc dưới sự chi phối của hệ thần kinh, nhiệt năng không ngừng được sản sinh ra trong cơ thể và không ngừng được tỏa ra ngoài.

Lượng nhiệt do các quá trình sinh lí trong cơ thể sinh ra (M) phụ thuộc vào những yếu tố như: đặc điểm sinh lí của cơ thể, lứa tuổi và mức độ nặng nhọc của công việc đang làm. Trị số của M có thể lấy theo bảng 2.1. Với trẻ em, các trị số trong bảng 2.1 phải nhân với hệ số 0,8.

Bảng 2.1. Lượng nhiệt do quá trình sinh lí trong cơ thể người sinh ra (M)

Dạng công việc	M (kcal/h)
1	2
Người ở trạng thái yên tĩnh:	
Nằm	70
Ngồi	75 - 80
Đứng	85
Đứng nghiêm	90 - 100
Lao động chân tay:	
May máy, sắp chữ (in) và những công việc tương tự	100 - 120

1	2
Đánh máy chữ, sử dụng các loại máy công cụ (công nhân cơ khí) và những công việc tương tự	120 - 170
Công tác đúc, luyện kim và những công việc tương tự	150 - 250
Công việc đào đất, rèn và những công việc tương tự	250 - 420
<i>Lao động trí óc:</i>	
Ngồi đọc sách	100
Làm việc với máy tính	115
Làm việc trong phòng thí nghiệm	120 - 140
Giảng bài	170 - 270

Con người trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới các dạng chủ yếu sau: bức xạ, đối lưu, bốc hơi mồ hôi và hô hấp. Lượng nhiệt trao đổi đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: quần áo mặc, tư thế con người (ngồi, nằm, đứng) và điều kiện vi khí hậu của môi trường. Các lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường tính như sau:

a) Lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ

Lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ được xác định theo định luật Stefan - Boltzman. Trong điều kiện thông thường, con người quần áo mặc nhẹ nhàng, nhiệt độ mặt da và nhiệt độ mặt kết cấu chênh lệch không lớn lắm thì có thể dùng công thức đơn giản sau để tính lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ giữa người và môi trường [16]:

$$q_{bx} = 2,16(35 - t_R), \text{ kcal/h} \quad (2.1)$$

t_R - nhiệt độ trung bình của các bề mặt trong phòng. Nếu q_{bx} dương thì lượng nhiệt tỏa ra, ngược lại thì lượng nhiệt sẽ đi từ mặt kết cấu bức xạ vào người.

Nhiệt độ t_R thường gọi là nhiệt độ bức xạ trong phòng, có thể xác định theo công thức:

$$t_R = \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i} \quad (2.2)$$

Nhiệt độ t_R còn có thể xác định từ nhiệt độ đo bằng nhiệt kế cầu đen như sau:

$$t_R = t_{cd} + 2,8\sqrt{v}(t_{cd} - t_k) \quad (2.3)$$

F_i và τ_i - diện tích và nhiệt độ bề mặt của kết cấu thứ i của phòng;

t_{cd} - nhiệt độ cầu đen;

t_k - nhiệt độ không khí trong phòng;

v - tốc độ gió trong phòng.

Nhiệt độ cầu đen được xác định bằng cách dùng một quả cầu bằng đồng mỏng, đường kính khoảng 10 - 15cm, mặt ngoài quét đen (bằng muối khối đen) sao cho hệ số bức xạ bề mặt xấp xỉ bằng hệ số bức xạ của vật đen tuyệt đối. Cầu đen được treo ở vị trí cân xét trong phòng. Đặt một nhiệt kế vào trong quả cầu sao cho bầu thủy ngân ở chính tâm quả cầu, để đo nhiệt độ không khí ở trong cầu đen, nhiệt độ này gọi là nhiệt độ cầu đen.

b) Lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu

Lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu được xác định theo định luật Niuton. Trường hợp thông thường, lượng nhiệt q_{dl} có thể tính theo công thức đơn giản sau [16]:

$$q_{dl} = 8,87\sqrt{v} (35 - t_k), \text{ kcal/h} \quad (2.4)$$

v - tốc độ chuyển động của không khí trong phòng (m/s);

t_k - nhiệt độ không khí trong phòng ($^{\circ}\text{C}$).

Nếu q_{dl} dương, gió có tác dụng giúp người tỏa nhiệt, ngược lại, gió sẽ làm tăng nhiệt đối lưu truyền vào người.

Nếu dùng nhiệt độ phòng (t_f) - thay thế cho tác dụng tổng hợp của nhiệt độ không khí (t_k) và nhiệt độ bề mặt kết cấu (t_R) - để đặc trưng cho trạng thái nhiệt của phòng, thì lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường xung quanh dưới dạng bức xạ và đối lưu được xác định theo công thức :

$$Q_{b,d} = \beta_1 \beta_2 (2,16 + 8,87\sqrt{v} (35 - t_f)) \quad (2.5)$$

β_1 - hệ số kể đến ảnh hưởng của cường độ lao động, khi lao động nhẹ $\beta_1 = 1$, lao động trung bình $\beta_1 = 1,07$, lao động nặng $\beta_1 = 1,15$;

β_2 - hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt trở của quần áo, khi mặc quần áo mỏng $\beta_2 = 1$, khi mặc quần áo ấm bình thường $\beta_2 = 0,655$; khi mặc quần áo dày, nặng $\beta_2 = 0,488$.

Trên cơ sở đảm bảo lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường trong phòng khi có nhiệt độ là t_f tương đương với khi môi trường có nhiệt độ là t_k , t_R và tốc độ gió v , chúng tôi kiến nghị công thức tính nhiệt độ phòng như sau:

$$t_f = k_v t_k + (1 - k_v) t_R \quad (2.6)$$

k_v - hệ số kể đến ảnh hưởng của tốc độ chuyển động của không khí trong phòng, có thể lấy gần đúng theo bảng 2.2.

Bảng 2.2. Hệ số k_v

Tốc độ chuyển động của không khí v (m/s)	0 - 0,05	0,1	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1
Hệ số k_v	0,5	0,59	0,67	0,73	0,78	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88

c) Lượng nhiệt do bức xạ mặt trời chiếu vào

Nếu có tia bức xạ mặt trời chiếu vào người thì cơ thể con người hấp thụ một lượng nhiệt là:

$$q_{mt} = (1 - a) F_{mt} I, \text{ kcal/h} \quad (2.7)$$

a - hệ số phản bức xạ của mặt da hay quần áo, da màu trắng $a = 0,45$, màu vàng $a = 0,40$, màu đen (Ấn Độ) $a = 0,22$, màu đen (châu Phi) $a = 0,16$, quần áo màu trắng có $a = 0,75$, màu hồng $a = 0,33$, màu xanh công nhân $a = 0,21 - 0,33$, màu đen $a = 0,07 - 0,14$;

F_{mt} - diện tích bề mặt cơ thể chịu bức xạ mặt trời, khi ngồi $F_{mt} = 0,25\text{m}^2$, khi đứng $F_{mt} = 0,6\text{m}^2$;

I - cường độ bức xạ chiếu vào người, $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}$.

d) Lượng nhiệt tỏa đi bằng bốc hơi mồ hôi

Lượng mồ hôi bốc hơi tối đa phụ thuộc vào hiệu số áp lực riêng của hơi nước giữa mặt da và không khí, và tốc độ gió trong phòng, được xác định theo định luật Dalton. Theo tài liệu [4], có công thức xác định lượng nhiệt tối đa tỏa đi bằng mồ hôi bốc hơi như sau:

$$q_{mh}^{max} = 29,1 \times v^{0,8} \times (42 - e), \text{ kcal/h} \quad (2.8a)$$

e - áp lực riêng của hơi nước chứa trong không khí (mmHg);

v - tốc độ chuyển động của không khí trong nhà (m/s);

$E_d = 42$ - áp lực riêng của hơi nước bão hòa ở mặt da.

Lượng nhiệt tỏa đi bằng mồ hôi bốc hơi thực tế thường nhỏ hơn hoặc bằng lượng nhiệt tính theo công thức trên.

Theo Fanger lượng nhiệt bốc hơi mồ hôi thực tế có thể xác định theo công thức sau:

$$q_{mh}^{tt} = \frac{52r}{F_{Du}} \cdot \frac{\Delta G}{\Delta \tau}, \text{ kcal/phút} \quad (2.8b)$$

Trong đó:

r - nhiệt hóa hơi nước $\approx 0,58$;

ΔG - biến đổi trọng lượng cơ thể trong thời gian $\Delta \tau$ (gr)

$\Delta \tau$ - thời gian (phút);

F_{Du} - hệ số Dubua của cơ thể;

$$F_{Du} = 0,203G^{0,425}h^{0,725};$$

G - trọng lượng người (kg);

h - chiều cao người (m)

e) Lượng nhiệt trao đổi theo đường hô hấp

Ứng với thân nhiệt $t = 36^{\circ}5$ và tỉ nhiệt của không khí $C = 0,24 \text{ kcal/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$, lượng nhiệt trao đổi theo đường hô hấp là:

$$q_{hh} = 0,24G_k(36,5 - t_k), \text{ kcal/h} \quad (2.9)$$

G_k - lượng không khí hô hấp trong một giờ của con người (kg/h);

t_k - nhiệt độ không khí ($^{\circ}\text{C}$).

Thông thường q_{hh} rất nhỏ.

Qua sự phân tích các lượng nhiệt trao đổi trên, ta có thể viết phương trình cân bằng nhiệt giữa môi trường và cơ thể con người như sau:

$$M \pm q_{bx} + q_{mt} \pm q_{dl} - q_{mh} \pm q_{hh} - q_{ld} \pm \Delta q = 0 \quad (2.10)$$

Các đại lượng $M, q_{bx}, q_{mt}, q_{dl}, q_{mh}, q_{hh}$ - kí hiệu như phần trên;

q_{ld} - lượng nhiệt tổn hao cho lao động cơ học của cơ thể con người;

$\pm \Delta q$ - lượng nhiệt thừa hoặc thiếu của cơ thể con người.

Lượng nhiệt q_{ld} thường chiếm khoảng 5 - 35% lượng nhiệt sản sinh của con người do lao động chân tay và trí óc gây ra. Thí dụ đối với lao động nặng trung bình ở tư thế đứng có $M = 150 \text{ kcal/h}$, lấy tỉ lệ đó bằng 20% thì lượng nhiệt tổn hao cho lao động sẽ bằng $q_{ld} = 0,2(150 - 85) = 13 \text{ kcal/h}$;

85 - lượng nhiệt do con người sinh ra khi đứng nghỉ (bảng 2.1).

Trong phương trình (2.10) nếu có q_{mh} và Δq đều bằng 0 (hoặc xấp xỉ bằng 0) cơ thể được cân bằng nhiệt một cách tự nhiên với môi trường xung quanh, con người không phải tiết mồ hôi tỏa nhiệt, do đó người ta sẽ cảm thấy dễ chịu nhất. Nếu $q_{mh} = 0$ và Δq âm, người ta cảm thấy lạnh, ngược lại $q_{mh} \neq 0$ và Δq dương thì sẽ cảm thấy nóng.

Vì vậy, phương trình (2.10) là cơ sở vật lí của cảm giác nóng lạnh của con người và cũng là cơ sở vật lí để định ra các chỉ tiêu đánh giá trạng thái nhiệt của vi khí hậu trong phòng.

2.3. ĐIỀU KIỆN TIỆN NGHI NHIỆT CỦA VI KHÍ HẬU

Điều kiện tiện nghi của vi khí hậu trong nhà được hình thành từ nhiều yếu tố, bao gồm chế độ nhiệt ẩm, chế độ không khí, chế độ che nắng, chiếu nắng và chiếu sáng. Người ta thường đánh giá trạng thái vi khí hậu công trình thông qua việc đánh giá từng chế độ một. Gần đây, O. A. Mukhin và I. I. Nicberg đã đề xuất phương pháp đánh giá định lượng trạng thái chung của vi khí hậu thông qua chỉ số tổng hợp K, theo biểu thức sau:

$$K = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m t_{p,i} K_{p,i} \quad (2.11)$$

$t_{p,i}$ - chỉ số tiện nghi của từng chế độ;

$K_{p,i}$ - hệ số "tỉ trọng" của chế độ thứ i đối với tiện nghi chung của vi khí hậu, $\sum_{i=1}^m K_{p,i} = 100\%$;

m - số lượng các chế độ thành phần.

"Tỉ trọng" của từng chế độ đối với tiện nghi chung của vi khí hậu phụ thuộc vào chức năng và tính chất của công trình. Các tác giả trên đã kiến

ngiht hệ số "tỉ trọng" $K_{p,i}$ (%) của từng chế độ tương ứng với các công trình có chức năng khác nhau như sau (bảng 2.3):

Bảng 2.3. Tỉ trọng tiện nghi của chế độ vi khí hậu

Các chế độ tiện nghi	Nhà ở	Khách sạn	Bệnh viện	Nhà trẻ	Nhà hành chính
Chế độ nhiệt ẩm	70	70	60	50	40
Chế độ không khí	20	20	30	30	30
Chế độ chiếu sáng, chiếu nắng	10	10	10	20	30

Từ kinh nghiệm thực tế sử dụng công trình cũng như xét số liệu ở bảng trên ta thấy rằng chế độ nhiệt ẩm có ý nghĩa quan trọng nhất và là đối tượng được quan tâm hàng đầu.

Ứng với mỗi công trình, với chức năng sử dụng đã được xác định, người thiết kế cần phải biết chế độ nhiệt ẩm thế nào là tiện nghi, dễ chịu để tìm các giải pháp thiết kế tương ứng.

Cho đến nay trên thế giới đã có nhiều loại chỉ tiêu (thước đo) để đánh giá trạng thái tiện nghi nhiệt của vi khí hậu. Ba chỉ tiêu được sử dụng tương đối rộng rãi trong thiết kế thực tế là: nhiệt độ hiệu quả tương đương, chỉ số ΣH Zôilen - Korencov và chỉ số cường độ nhiệt của Bendinh - Hats.

Nhiệt độ hiệu quả tương đương dựa trên cơ sở cho rằng cảm giác nhiệt của con người phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ chuyển động của không khí theo dạng:

$$J = t + \int_{\varphi_0}^{\varphi} x d\varphi + \int_{v_0}^v y dv \quad (2.12)$$

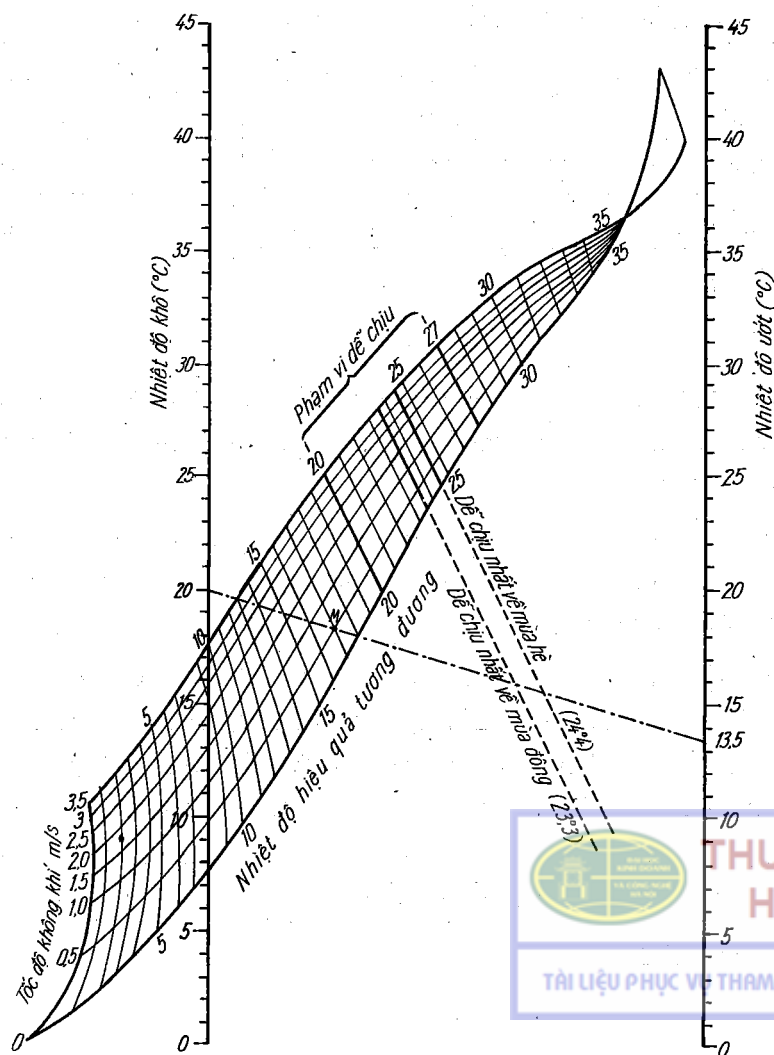
φ_0 , v_0 - độ ẩm tương đối và tốc độ gió thích nghi nhất đối với con người;

$\int_{\varphi_0}^{\varphi} x d\varphi$ và $\int_{v_0}^v y dv$ - trị số hiệu chỉnh kể đến ảnh hưởng của độ ẩm tương

đối và tốc độ gió đối với cảm giác nhiệt của con người.

Hội Thông gió cấp nhiệt và điều hòa không khí của Mỹ đã đề nghị dùng nhiệt độ hiệu quả tương đương làm thước đo mức độ nóng lạnh của vi khí

hậu. Nhiệt độ hiệu quả tương đương có nhược điểm là chưa bao hàm yếu tố nhiệt độ bức xạ.



Hình 2.1: Nhiệt độ hiệu quả tương đương

Trên hình 2.1, trục tung bên trái là nhiệt độ khô, bên phải là nhiệt độ ướt của không khí, mỗi đường cong của biểu đồ ứng với một trị số tốc độ chuyển động của không khí. Các đường kẻ nghiêng cho trị số nhiệt độ hiệu quả tương đương.

Ví dụ 2.1: Xác định nhiệt độ hiệu quả tương đương khi nhiệt độ không khí $t_k = 20^\circ\text{C}$, độ ẩm $\phi = 50\%$ và tốc độ gió $v = 0,5 \text{ m/s}$. Từ trị số $\phi = 50\%$

và $t_k = 20^\circ\text{C}$, căn cứ vào biểu đồ I-d (hình 1.12), tìm được nhiệt độ ướt của không khí $t_u = 13,5^\circ$. Trên biểu đồ 2.1 xác định hai điểm nhiệt độ ướt ($t_u = 13,5^\circ$), nhiệt độ khô ($t_k = 20^\circ$) ở trên hai trục tung của biểu đồ và kẻ 1 đường thẳng đi qua 2 điểm đó. Đường thẳng này gặp đường cong $v = 0,5$ m/s ở điểm M. Từ điểm M, ta đọc được trị số nhiệt độ hiệu quả tương đương là 17 độ.

Xuất phát từ nguyên lí trên C. G. Webb kiến nghị dùng công thức sau để xác định nhiệt độ hiệu quả tương đương:

$$t_{h_q} = 0,5(t_k + t_u) - 1,94\sqrt{v} \quad (2.13)$$

t_u - nhiệt độ không khí đo bằng nhiệt kế ướt.

Chỉ số điều kiện ΣH :

V. Zôilen (người Hà Lan) và V. E. Korencov (người Nga) đã đề nghị dùng chỉ số điều kiện ΣH để đánh giá trạng thái nhiệt của vi khí hậu. Chỉ số ΣH được tính như sau:

$$\Sigma H = 0,24(t_k + t_R) + 0,1d - 0,09(37,8 - t_k)\sqrt{v} \quad (2.14)$$

t_k - nhiệt độ không khí trong phòng;

t_R - nhiệt độ mặt trong kết cấu trung bình;

d - độ ẩm tuyệt tối (dung ẩm) của không khí trong phòng, tính bằng

$$\frac{\text{g hơi nước}}{\text{kg không khí khô}};$$

v - tốc độ chuyển động của không khí trong phòng (m/s).

Chỉ số cường độ nhiệt H_s :

H. S. Bendin và T. F. Hats đề nghị dùng đại lượng *cường độ nhiệt* (kí hiệu là H_s) để đánh giá cảm giác nóng lạnh của con người phụ thuộc vào điều kiện vi khí hậu. Chỉ số cường độ nhiệt H_s dựa trên quan niệm rằng hệ thống thân kinh tự điều tiết thân nhiệt bằng biện pháp điều tiết mồ hôi và hoạt động cơ năng. Trong một điều kiện vi khí hậu nhất định cơ thể con người chỉ có thể tỏa nhiệt bằng mồ hôi bốc hơi tới một trị số tối đa nhất định ($q_{mh,max}$). Nếu lượng nhiệt dư thừa thực tế của con người cần tỏa đi bằng mồ hôi bốc hơi càng gần tới trị số cực hạn $q_{mh,max}$ thì con người càng cảm thấy nóng.

Chỉ số cường độ nhiệt H_s được xác định:

$$H_s = \frac{q_{mh}}{q_{mh,max}} 100\% = \frac{M \pm q_{bx} \pm q_{dl}}{q_{mh,max}} 100\% \quad (2.15)$$

M - xác định theo bảng 2.1;

q_{bx} , q_{dl} , $q_{mh,max}$ - xác định theo các công thức (2.1), (2.4), (2.8).

Đại lượng $Q_{mh} = M \pm q_{bx} \pm q_{dl}$ chính là lượng nhiệt cần thiết mà con người thải ra môi trường xung quanh bằng bốc hơi mồ hôi.

Khi $H_s = 0$ - tương ứng với cảm giác dễ chịu nhất, $H_s < 0$ - cảm giác lạnh, $H_s > 0$ - cảm giác nóng; $H_s = 100\%$ tương ứng với cảm giác giới hạn trên của rất nóng.

Đánh giá trạng thái nhiệt của vi khí hậu theo chỉ số cường độ nhiệt B là phương pháp tiến bộ hơn so với chỉ số điều kiện ΣH và nhiệt độ hiệu quả tương đương.

Khi con người bị nóng, mồ hôi tiết ra nhiều, sẽ làm ướt bề mặt cơ thể và một phần thấm vào quần áo. Khi bốc hơi, lượng mồ hôi này không chỉ hút nhiệt từ cơ thể mà còn lấy nhiệt từ môi trường xung quanh. Do đó, con người phải thải một lượng mồ hôi lớn hơn lượng mồ hôi cần thiết mới duy trì được trạng thái cân bằng nhiệt của cơ thể. Sự tăng cường lượng mồ hôi thực tế so với lượng mồ hôi bốc hơi cần thiết (lượng mồ hôi cần thiết) được đặc trưng bằng hệ số hiệu suất làm mát f :

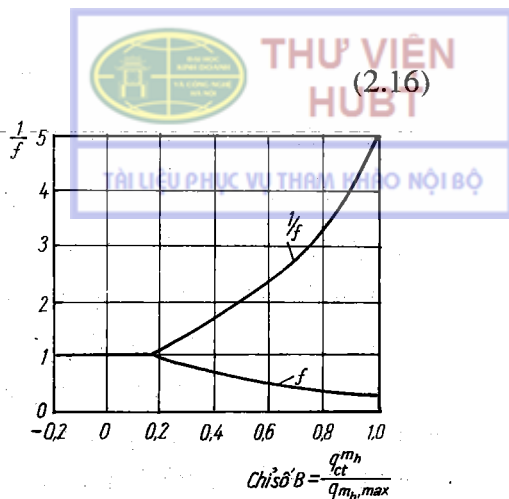
$$f = \frac{G_{ct}}{G_{th}} \quad (2.16)$$

$$G_{ct} = \frac{G_{ct}^{mh}}{r} = (M \pm q_{bx} \pm q_{dl})/r$$

Trong đó r - nhiệt ẩm hóa hơi nước, tính bằng 0,58 kcal/g)

G_{ct} , G_{th} - lần lượt là lượng mồ hôi cần thiết và thực tế do người thải ra.

Hệ số hiệu suất làm mát phụ thuộc vào chỉ số cường độ nhiệt H_s được thể hiện trên biểu đồ hình 2.2 [16].



Hình 2.2: Hiệu suất làm mát của mồ hôi bốc hơi từ cơ thể con người

Để đánh giá mức độ nóng lạnh về cảm giác của con người đối với vi khí hậu B. Givoni kiến nghị dùng chỉ số cường độ nhiệt S, theo công thức:

$$S = \frac{1}{2} q_{ct} = \frac{1}{f} (M \pm q_{bx} \pm q_{dl}) \quad (2.17)$$

Chỉ số S tương ứng với các mức cảm giác nhiệt của con người, theo tài liệu [16] cho ở bảng 2.4 dưới đây:

Bảng 2.4. Trạng thái cảm giác nhiệt theo chỉ số S

S, kcal/h	Trạng thái nhiệt của con người
0 - 150	Từ dễ chịu hoàn toàn đến hơi nóng
150 - 300	Nóng trung bình
300 - 400	Nóng
Lớn hơn 400	Rất nóng
640	Nóng cực hạn, người khỏe mới chịu đựng được

Các mức cảm giác nhiệt của người Việt Nam:

Như ở các phần trên đã trình bày, cảm giác nhiệt của con người không những phụ thuộc trạng thái vi khí hậu, mức lao động nặng nhẹ, mà còn phụ thuộc vào quần áo mặc, thích ứng với điều kiện khí hậu đã sống. Do đó, để xác định các mức cảm giác nhiệt tiện nghi, người ta thường phải dựa vào kết quả thực nghiệm. Việc thực nghiệm này phải tiến hành với người sống ở từng vùng khí hậu khác nhau theo từng lứa tuổi, mức độ và loại lao động nặng nhẹ, nam hay nữ và ứng với từng mùa khí hậu khác nhau v.v...

Ở nước ta đã có nhiều người, nhiều cơ quan tiến hành thí nghiệm để xác định các điều kiện tiện nghi nhiệt của môi trường vi khí hậu đối với người Việt Nam.

Bảng 2.5 và 2.6 giới thiệu kết quả thí nghiệm do bản thân tác giả tiến hành từ năm 1966 đối với loại lao động nhẹ ở khu vực Hà Nội. Ở bảng 2.5 cho các mức cảm giác nhiệt theo thước đo chỉ số điều kiện ΣH , còn ở bảng 2.6 các mức cảm giác được xác định bằng nhiệt độ hiệu quả tương đương.

Bảng 2.5. Trị số giới hạn của các mức cảm giác nhiệt của người Việt Nam xác định bằng chỉ số điều kiện ΣH

Trạng thái của vi khí hậu	Mức cảm giác nhiệt của con người	Chỉ số điều kiện ΣH	
		Về mùa lạnh	Về mùa nóng
Lạnh	Lạnh	7,1	
	Hơi lạnh	10,0	
Tiện nghi (dễ chịu)	Giới hạn dưới	11,1	
	Dễ chịu hoàn toàn	12,7	13,8
	Giới hạn trên	14,9	16,3
Nóng	Hơi nóng	15,0	17,5
	Nóng		19,1

Bảng 2.6. Trị số giới hạn của các mức cảm giác nhiệt của người Việt Nam xác định bằng nhiệt độ hiệu quả tương đương

Trạng thái của vi khí hậu	Mức cảm giác nhiệt của con người	Nhiệt độ hiệu quả tương đương (độ)		Nhiệt độ không khí (°C)	
		Mùa lạnh	Mùa nóng	Mùa lạnh	Mùa nóng
Lạnh	Lạnh	$\leq 17,3$		$\leq 19,8$	
	Hơi lạnh	18,5			
Tiện nghi (dễ chịu)	Giới hạn dưới	20,0		21,5	
	Dễ chịu hoàn toàn	23,3	24,4	24,5	25,5
	Giới hạn trên	26,5	27,0	29	29,5
Nóng	Hơi nóng		28,5		
	Nóng		$\geq 29,2$		$\geq 31,5$

Ghi chú: Trong bảng trên có ghi các trị số nhiệt độ không khí tương ứng (cột 5 và cột 6) với các giới hạn cảm giác nhiệt của con người, chúng được xác định với điều kiện giả thiết độ ẩm không khí $\phi = 80\%$ và tốc độ không khí chuyển động bằng 0,3 - 0,5 m/s.

Các trị số dễ chịu hoàn toàn ở bảng 2.5 và 2.6 ứng với xác suất 100% lượt người được khảo nghiệm xác nhận. Còn giới hạn trên và giới hạn dưới được xác định ứng với xác suất cảm giác dễ chịu 50%, còn lại là xác suất của cảm giác nghiêng về trạng thái nóng hoặc lạnh.

Kết quả nghiên cứu của các cơ quan khác như sau: Vụ Thiết kế tiêu chuẩn Ủy ban Kiến thiết cơ bản Nhà nước, năm 1965 (Nguyễn Huy Côn, Đỗ Bảo Toàn) cho kết quả cảm giác tiện nghi nhất khi $t = 24$ độ (ở đây dùng nhiệt độ hiệu quả tương đương làm thước đo cảm giác), giới hạn dưới của tiện nghi là 23 độ, giới hạn trên là 26 độ. Viện Khoa học Kỹ thuật xây dựng Bộ Xây dựng, 1977 - 1979, (Nguyễn Huy Côn, Trịnh Xuân Minh) xác định lại tiện nghi mùa nóng là 23 độ, mùa lạnh là 21 độ, phạm vi tiện nghi mùa nóng 18,8 - 27 độ, mùa lạnh 16,7 - 24,7 độ. Kết quả đo lường ở Vinh do Viện Thiết kế Nhà ở và Công trình công cộng, Bộ Xây dựng (Ngô Huy Ánh và các cộng tác viên) như sau: tiện nghi nhất $t = 23,7$ độ, giới hạn dưới 20 độ, giới hạn trên 27,5 độ. Kết quả nghiên cứu của Trường đại học Y Hà Nội (Đào Ngọc Phong và cộng tác viên) Viện Vệ sinh dịch tễ, Khoa Sinh Đại học Sư phạm Vinh và một số cơ quan khác cũng cho kết quả tương tự.

Ở nước ngoài, Rao M. N cho kết quả nghiên cứu điều kiện tiện nghi nhiệt ở Cancutta (Ấn Độ) như sau: giới hạn dưới của tiện nghi nhiệt (mùa Đông) là 20 độ, dễ chịu hoàn toàn 22,5 độ và giới hạn trên (mùa Hè) của dễ chịu là 24,7 độ nhiệt độ hiệu quả tương đương. Còn F. M. Enlit cho điều kiện tiện nghi đối với người Xingapo như sau: giới hạn dưới của dễ chịu là 23,1 độ, dễ chịu hoàn toàn 24,2 độ và giới hạn trên của phạm vi dễ chịu là 26,9 độ nhiệt độ hiệu quả tương đương.

2.4. ĐIỀU KIỆN TÍNH TOÁN VI KHÍ HẬU Ở TRONG PHÒNG VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT VI KHÍ HẬU Ở NƯỚC TA

Như phần trên đã trình bày, cảm giác nóng lạnh của con người phụ thuộc vào sự cân bằng nhiệt của toàn cơ thể dưới tác dụng đồng thời của 4 yếu tố vi khí hậu, nếu như dưới tác động đồng thời của 4 yếu tố đó mà người ta cảm thấy dễ chịu, ta nói đã đạt được điều kiện tiện nghi tổng thể, hay còn gọi là điều kiện tiện nghi thứ nhất [2]. Nhưng người ta sống ở trong nhà có cảm giác thấy dễ chịu hay không, không chỉ phụ thuộc vào trạng thái cân bằng nhiệt tổng thể mà còn chịu ảnh hưởng của sự cân bằng nhiệt cục bộ nữa. Thí

dụ khi giặt quần áo hay đi làm ngoài đồng ruộng trong mùa Đông, giả thử nhiệt độ không khí bình thường, nhưng tay chân nhúng xuống nước lâu thì vẫn cảm thấy buốt và gây cho ta cảm giác lạnh giá, khó chịu. Sự lạnh giá khó chịu đó không phải vì sự thiếu hụt của phương trình cân bằng nhiệt tổng thể, mà chỉ là do điều kiện cân bằng nhiệt của bộ phận tay hay chân bị phá vỡ mà thôi. Vì vậy, trong thiết kế, người ta còn ta đặt thêm điều kiện tiện nghi cục bộ, nhằm bảo đảm cho con người dễ chịu khi có các bộ phận cơ thể tiếp xúc, hay ở gần các bề mặt nóng hay lạnh ở trong nhà. Người ta còn gọi đây là điều kiện tiện nghi thứ hai Maluseva A. E. (Liên Xô cũ), Corencô F. A (Mỹ), Colmar A. và Luse W. (Đức) đều cho rằng đầu người là bộ phận nhạy cảm nhất đối với nóng, còn bả vai và bàn chân là những bộ phận nhạy cảm nhất với lạnh.

2.4.1. Điều kiện tính toán thứ nhất - điều kiện tiện nghi tổng thể

Khi xét điều kiện tiện nghi tổng thể, cho rằng con người đứng ở giữa phòng và chịu tác động đồng thời của 4 yếu tố vi khí hậu. Điều kiện tiện nghi này dùng để làm cơ sở thiết kế và kiểm tra các giải pháp kết cấu và kiến trúc toàn phòng. Có thể biểu thị điều kiện tiện nghi tổng thể bằng trị số nhiệt độ phòng cho phép. Về mùa nóng, ta quy định nhiệt độ phòng phải nhỏ hơn hay bằng trị số cho phép, nếu như dùng giới hạn trên của phạm vi dễ chịu (bảng 2.6) làm trị số cho phép thì ta có điều kiện $t_r \leq 29,5$. Từ biểu thức (2.6) chúng tôi kiến nghị xác định trị số nhiệt độ bề mặt kết cấu cho phép như sau:

$$t_R^{cf} \leq 29,5 + \frac{k_v}{1 - k_v} (29,5 - t_k), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.18)$$

t_k - nhiệt độ không khí trong phòng;

k_v - hệ số, lấy theo bảng 1.9.

Nếu sau này Nhà nước chính thức quy định trị số nhiệt độ cho phép của phòng $\neq 29,5^\circ$, thì chỉ cần thay trị số $29,5^\circ$ bằng trị số mới, còn các đại lượng khác của công thức (2.18) vẫn giữ nguyên.

Phân tích công thức (2.18) ta thấy khi nhiệt độ không khí đã xác định, nếu tốc độ chuyển động của không khí càng lớn thì nhiệt độ bề mặt kết cấu cho phép càng cao. Như vậy, về mùa nóng, nếu tăng cường thông gió tự nhiên hay thông gió cơ khí trong phòng, sẽ giảm bớt được yêu cầu cách nhiệt của kết cấu ngăn che.

Phân tích công thức (2.18) ta cũng thấy: nếu như nhiệt độ không khí trong phòng lớn hơn 29,5°C thì nhiệt độ bề mặt kết cấu bao che phải nhỏ hơn 29,5°C mới đảm bảo được tiện nghi nhiệt trong phòng, tức là phải có biện pháp hạ thấp nhiệt độ bề mặt kết cấu, như là lắp các tấm panen lạnh ở trên mặt tường hay trần nhà.

Ngược lại, về mùa lạnh nếu muốn giảm bớt chiều dày cách nhiệt của kết cấu ngăn che, nhà phải được bịt kín các lỗ hở để tốc độ chuyển động của không khí trong phòng xấp xỉ bằng không.

2.4.2. Điều kiện tính toán thứ hai - điều kiện tiện nghi cục bộ

Điều kiện tiện nghi cục bộ thường được dùng để xét trường hợp người sống và làm việc ở cạnh mặt kết cấu nóng, lạnh hoặc cạnh lò nung nóng, cạnh các tấm panen sưởi trong mùa lạnh hay tấm panen làm lạnh trong mùa nóng.

Điều kiện tiện nghi thứ hai này có thể dùng làm cơ sở thiết kế hoặc kiểm tra các giải pháp kết cấu cục bộ, như xét khả năng cách nhiệt của từng kết cấu mái nhà, tường phía đông, phía tây, kiểm tra nhiệt độ bề mặt các tấm panen sưởi hoặc làm lạnh, xem có quá nóng hay quá lạnh, có gây ra cảm giác khó chịu cho con người sống và làm việc ở gần chúng hay không.

Điều kiện tiện nghi cục bộ được xác định bằng trị số giới hạn cho phép về cường độ trao đổi nhiệt giữa các bộ phận của cơ thể con người và bề mặt nóng hay lạnh. Nếu lấy cường độ trao đổi nhiệt giữa bộ phận cơ thể con người với các bề mặt khi xác định nhiệt độ tối đa của mặt nóng không được nhỏ hơn 5 kcal/m²h và khi xác định nhiệt độ cực tiểu của mặt lạnh, không được lớn hơn 60 kcal/m²h, ta có các biểu thức xác định các trị số nhiệt độ cho phép của các bề mặt như sau:

$$\text{Đối với mặt nóng } \tau_n^{cf} \leq 29 + \frac{4}{\varphi_{ng-x}}, ^\circ\text{C} \quad (2.19)$$

$$\text{Đối với mặt lạnh } \tau_n^{cf} \leq 27 - \frac{8}{\varphi_{ng-x}}, ^\circ\text{C} \quad (2.20)$$

φ_{ng-x} - hệ số góc bức xạ giữa vi phân diện tích bề mặt cơ thể con người và bề mặt kết cấu "x", có thể xác định gần đúng:

$$\varphi_{ng-x} = 1 - 0,8 \frac{x}{l} \quad (2.21)$$

x - khoảng cách giữa vi phân diện tích bề mặt cơ thể con người và bề mặt kết cấu cần xét;

l - kích thước đặc trưng của bề mặt kết cấu, $l = \sqrt{F}$ (F là diện tích bề mặt kết cấu).

Ví dụ 2.2. Cho một phòng ở sát mái có kích thước rộng 4m, dài 6m, cao 4m. Hãy xác định nhiệt độ mặt trần mái tối đa cho phép là bao nhiêu ?

Giải: Tính với người cao trung bình 1,6m, có $x = 4\text{m} - 1,6\text{m} = 2,4\text{m}$.

$$\varphi_{\text{ng-x}} = 1 - 0,8 \frac{2,4}{\sqrt{4 \times 6}} = 0,608$$

Vậy nhiệt độ mặt trần mái tối đa cho phép là (công thức 2.19):

$$\tau_n^{\text{cf}} \leq 29 + \frac{4}{0,606} = 35,6^\circ\text{C}$$

2.4.3. Phương hướng giải quyết vi khí hậu trong các công trình xây dựng ở nước ta

Như chúng ta đã biết, vi khí hậu trong công trình cần đạt được hai yêu cầu :

1. Tiện nghi cho con người sống và làm việc trong đó.
2. Phù hợp với điều kiện sản xuất và bảo quản vật tư thiết bị.

Tùy theo tính chất công trình khác nhau mà nhiệm vụ thứ nhất hay thứ hai là chủ yếu.

Dưới đây trình bày quan điểm thiết kế kiến trúc nhằm giải quyết yêu cầu thứ nhất, vì yêu cầu thứ hai thường là yêu cầu của các công trình có điều hòa không khí nhân tạo.

Con người trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới các hình thức: bức xạ nhiệt, đối lưu nhiệt, bốc hơi mồ hôi, dẫn nhiệt, thở hít không khí v.v... Muốn tăng lượng nhiệt bốc hơi mồ hôi thì phải tăng tốc độ gió và giảm độ ẩm trong phòng. Muốn giảm lượng nhiệt bức xạ thì phải che nắng cho phòng và giảm nhiệt độ bề mặt của kết cấu ngăn che, cũng như nhiệt độ đồ đạc trong phòng. Để tăng cường nhiệt đối lưu thì phải giảm nhiệt độ không khí trong phòng và tăng cường độ gió v.v...

Tính thử với người Việt Nam trung bình (cao 1,61m - 1,62m, nặng 50 - 55kg) ăn mặc bình thường, sống trong điều kiện môi trường: nhiệt độ không khí

$t_k = 30^\circ\text{C}$, độ ẩm $\varphi = 80\%$, tốc độ gió $v = 0,5 \text{ m/s}$, bức xạ mặt trời trên mặt đứng $I = 400 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, nhiệt độ bề mặt kết cấu toàn phòng $t_R = 32^\circ\text{C}$. Với điều kiện đó, lượng nhiệt trao đổi dưới dạng đối lưu là: $- 95 \text{ kcal/h}$ (dấu âm chỉ lượng nhiệt phát đi, dấu dương chỉ lượng nhiệt thu vào). Lượng nhiệt bốc hơi là $- 70 \text{ kcal/h}$. Lượng nhiệt bức xạ truyền tới bề mặt kết cấu xung quanh là $- 6,5 \text{ kcal/h}$. Lượng nhiệt bức xạ mặt trời chiếu vào người là $+ 60 \text{ kcal/h}$ (chỗ làm việc có nắng chiếu). Lượng nhiệt ở các dạng khác đều rất nhỏ.

Nếu cũng điều kiện đó, lần lượt thay đổi từng yếu tố thì lượng nhiệt trao đổi chung giữa người và môi trường thay đổi như sau:

- Gió biến đổi $0,3 \text{ m/s}$, nhiệt lượng trao đổi biến thiên $33 - 36 \text{ kcal/h}$.
- Nhiệt độ không khí thay đổi 1°C - 20 kcal/h .
- Nhiệt độ bề mặt kết cấu thay đổi 1°C - 14 kcal/h .
- Độ ẩm thay đổi 10% - 13 kcal/h
- Che nắng 50% cho cửa sổ - 30 kcal/h .

Qua các trị số trên ta thấy lượng nhiệt trao đổi giữa người và môi trường thay đổi theo gió lớn nhất, theo che bức xạ mặt trời - thứ hai, rồi đến các đại lượng khác. Điều đó chứng tỏ rằng muốn giảm nóng cho công trình kiến trúc trong điều kiện khí hậu nước ta, người thiết kế phải có con mắt toàn diện, phải đồng thời giải quyết nhiều vấn đề, dùng nhiều biện pháp khác nhau. Trong đó biện pháp thông gió tự nhiên là chủ yếu, che bức xạ mặt trời rất quan trọng và cách nhiệt phải chú ý thích đáng, đồng thời phải kết hợp chặt chẽ với các biện pháp khác như: trồng cây xanh, màu sắc công trình v.v...

Muốn đảm bảo trong nhà có điều kiện thông gió tự nhiên tốt, trước hết phải chọn hướng nhà đúng, khoảng cách công trình hợp lý, tổ chức mặt bằng và không gian tiểu khu cũng như đối với từng công trình tốt, vị trí và kích thước cửa hợp lý v.v...

Khi đặt vấn đề thiết kế công trình kiến trúc, ưu tiên cho chống lạnh hay chống nóng là chủ yếu, phải xét cụ thể vào mỗi vùng khí hậu mới chính xác được.

Vùng Đông Bắc Bắc Bộ, thuộc vùng khí hậu xây dựng A_1 , trong một năm có một mùa lạnh đồng thời cũng có một mùa nóng rõ rệt, vì vậy các biện pháp kiến trúc cần nhằm mục đích chống nóng đồng thời chống lạnh, có thể xem hai yêu cầu đó ngang nhau.

Vùng khí hậu Tây Bắc Bắc Bộ thuộc vùng khí hậu xây dựng A_{II}, tuy có dãy Hoàng Liên Sơn chắn gió mùa Đông Bắc, nhưng vì là vùng núi cao, nên mùa Đông cũng rất lạnh. Về mùa nóng có tháng nóng trùng với tháng có độ ẩm lớn, tốc độ gió lại nhỏ vì ở xa biển, nên khí hậu oi bức trong mùa nóng, mặt khác lại còn chịu ảnh hưởng của gió phơn nóng nữa. Do đó yêu cầu chống nóng và chống lạnh đều quan trọng, nhưng phương pháp giải quyết lại không hoàn toàn giống như miền Đông Bắc.

Vùng khí hậu A_{III} bao gồm miền trung du, đồng bằng Bắc Bộ đến đồng bằng và duyên hải Bắc Trung Bộ, có mùa nóng kéo dài liên tục, mùa lạnh có gió rét thổi gián đoạn, khí hậu ẩm ướt và có gió thổi quanh năm. Do đó, yêu cầu chống nóng cho kiến trúc là cơ bản, đồng thời cũng chú ý thích đáng đến vấn đề chống giá rét trong mùa lạnh.

Vùng Bình Trị Thiên có khí hậu mùa Đông ôn hòa, Hè, Thu đều nóng, tháng VI lại có gió phơn nóng. Vì vậy yêu cầu giải quyết khí hậu cho kiến trúc là chống nóng và có thể coi nhẹ yêu cầu chống lạnh. Ngoài ra, cả vùng này và vùng Thanh - Nghệ - Tĩnh, khi thiết kế kiến trúc cần hết sức chú ý giảm nhỏ tác hại của gió phơn nóng.

Ở các vùng Nam Trung Bộ và Nam Bộ, trừ vùng Tây Nguyên, đều có mùa Đông ẩm áp và ít mưa, mùa Hè nóng và mưa nhiều, cho nên không cần thiết kế chống lạnh. Biện pháp chống nóng chủ yếu là tổ chức thông gió tự nhiên tốt, che nắng cho cửa sổ và cách nhiệt ở mái nhà. Cần chú ý các biện pháp cách nước và thoát nước mưa trên mái nhà, cũng như các biện pháp chống mưa hắt qua cửa vào phòng.

Chỉ có năm vãng phương hướng giải quyết vì khí hậu đúng đắn, ta mới tìm được các giải pháp thiết kế kiến trúc chính xác, có hiệu quả về kỹ thuật và kinh tế cao, phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới độc đáo của nước ta.

3.1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TRUYỀN NHIỆT

Trong một môi trường bất kì, ở hai điểm có nhiệt độ khác nhau sẽ phát sinh hiện tượng truyền nhiệt giữa chúng, nhiệt năng đi từ điểm có nhiệt độ cao đến điểm có nhiệt độ thấp hơn. Chẳng hạn, nhiệt độ giữa không khí trong nhà và ngoài nhà khác nhau, sẽ phát sinh hiện tượng truyền nhiệt qua các kết cấu ngăn che nhà (như tường, mái, cửa sổ v.v...). Về mùa lạnh nếu cửa đóng kín, nhiệt độ không khí bên ngoài thấp hơn nhiệt độ không khí trong nhà, do đó nhiệt sẽ truyền từ trong ra ngoài, làm cho nhiệt độ không khí trong nhà hạ xuống và phòng bị tổn thất nhiệt.

Căn cứ vào đặc điểm vật lí của quá trình truyền nhiệt, người ta phân thành ba phương thức truyền nhiệt:

- Truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt;
- Truyền nhiệt bằng đối lưu;
- Truyền nhiệt bằng bức xạ.

Căn cứ vào tình hình biến thiên theo thời gian của quá trình truyền nhiệt người ta phân thành *truyền nhiệt ổn định* và *truyền nhiệt không ổn định*.

Truyền nhiệt ổn định là truyền nhiệt trong điều kiện nhiệt độ môi trường không đổi theo thời gian. Trên thực tế, dù là kết cấu ngăn che bên trong hay bên ngoài cũng đều bị tác động của nhiệt dưới hình thái không ổn định; nhất là ở nước ta, nhiệt độ không những thay đổi theo mùa trong năm, mà trong một ngày đêm về mùa nóng cũng thay đổi rất lớn. Vì vậy, nói một cách thật chính xác, truyền nhiệt ổn định rất ít có trong thực tế. Tuy nhiên, dựa theo công thức của truyền nhiệt không ổn định để tính nhiệt biến thiên theo thời gian rất phức tạp, nên trong một số trường hợp cho phép, người ta coi như truyền nhiệt ổn định để các phép tính đơn giản. Về mùa lạnh nhiệt độ trong nhà và ngoài nhà thay đổi không nhiều lắm, nên ta có thể tính toán theo trạng thái truyền nhiệt ổn định.

Sự phân bố nhiệt độ trong một kết cấu, một gian phòng hay trong một môi trường vật chất bất kì được gọi là *trường nhiệt* của kết cấu, của phòng hay của môi trường vật chất. Trường nhiệt có thể là ba chiều (nếu nhiệt độ biến thiên theo cả ba chiều không gian của môi trường), hai chiều hay một chiều (trường nhiệt của tường và mái nhà thông thường là trường nhiệt một chiều).

3.1.1. Truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt

Truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt là sự vận động về nhiệt của các chất điểm vật chất (phân tử, nguyên tử, điện tử tự do) tiếp xúc trực tiếp với nhau tạo nên quá trình chuyển động nhiệt năng. Hiện tượng truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt không những chỉ phát sinh ở thể rắn, mà trong thể lỏng, thể khí cũng có. Trong thể rắn, nhiệt năng truyền đi chủ yếu dựa vào tác dụng của sóng dao động của các nguyên tử và phân tử; trong thể lỏng, chủ yếu dựa vào sự vận động chuyển dịch của phân tử vật chất; trong kim loại rắn chủ yếu dựa vào sự chuyển động của các điện tử tự do. Truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt thuần túy chỉ có trong vật đặc lí tưởng. Trong vật có lỗ rỗng, mà hầu như vật liệu xây dựng đều có lỗ rỗng, ngoài truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt ra, nhiệt còn truyền dưới hình thức khác, nhưng chiếm một tỉ rất nhỏ. Do đó khi tính toán về nhiệt, người ta cho rằng trong vật liệu xây dựng nhiệt truyền đi chỉ theo quy luật truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt.

1. Phương trình vi phân dẫn nhiệt

Theo định luật Furiê cường độ dòng nhiệt truyền bằng dẫn nhiệt đi qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian sẽ tỉ lệ bậc nhất với biến thiên nhiệt độ, tức là:

$$q = -\lambda \frac{\delta t}{\delta x} \quad (3.1)$$

λ - hệ số dẫn nhiệt của môi trường vật chất (phụ lục 5);

$\frac{\delta t}{\delta x}$ - gradien nhiệt độ của môi trường theo phương x;

dấu "-" biểu thị dòng nhiệt đi từ chỗ có nhiệt độ cao đến chỗ có nhiệt độ thấp, ngược với chiều của gradien nhiệt độ.

Khi nhiệt truyền qua một vật, một phần năng lượng nhiệt sẽ được truyền qua và một phần năng lượng bị giữ lại trong vật đó.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, lượng nhiệt tích lại trong vật phải hoàn toàn chuyển thành sự tăng entanpi của vật.

Từ đó ta có thể thành lập (tài liệu [18]) phương trình vi phân dẫn nhiệt đối với môi trường trong trường hợp tổng quát (trường nhiệt ba chiều và không ổn định) như sau:

$$\frac{\delta t}{\delta Z} = a \left(\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta z^2} \right) \quad (3.2)$$

t- nhiệt độ của môi trường;

Z- thời gian;

x, y, z - ba chiều không gian của môi trường;

a - hệ số dẫn nhiệt độ của môi trường, xác định như sau:

$$a = \frac{\lambda}{c\gamma}, \text{ m}^2/\text{h} \quad (3.3)$$

c - tỉ nhiệt của môi trường, kcal/kg °C;

γ - trọng lượng đơn vị của môi trường, kg/m³.

Phần trong ngoặc ở vế bên phải của công thức (3.2) thường được gọi là toán tử Laplace.

Khi viết phương trình (3.2) ta đã mặc nhiên thừa nhận giả thiết cho rằng hệ số dẫn nhiệt λ theo 3 chiều x, y, z đều bằng nhau. Trong thực tế có nhiều môi trường không đúng với giả thiết này, chẳng hạn như đối với gỗ, hệ số dẫn nhiệt theo chiều dọc thớ lớn hơn so với chiều ngang thớ, lúc đó phương trình (3.2) sẽ có dạng phức tạp hơn.

Trong trường hợp nhiệt ba chiều ổn định, ta có:

$$\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta z^2} = 0 \quad (3.4)$$

Trường hợp trường nhiệt hai chiều ổn định:

$$\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} = 0 \quad (3.5)$$

Trường hợp trường nhiệt một chiều ổn định:

$$\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} = 0 \quad (3.6)$$

Bây giờ ta thử áp dụng phương trình vi phân trên để lập phương trình dẫn nhiệt qua một bức tường phẳng đồng chất với chiều dày là d , hệ số dẫn nhiệt là λ , khi trường nhiệt là một chiều không gian (hình 3.1).

Tích phân hai lần phương trình vi phân (3.6) ta có dạng phương trình phân bố nhiệt độ trong tường là:

$$t = Ax + B \quad (3.7)$$

A và B là hằng số tích phân, chúng được xác định bằng các điều kiện biên. Nếu như đã cho biết nhiệt độ hai bề mặt tường τ_n và τ_t (hình 3.1) thì điều kiện biên của bài toán là: khi $x = 0$, $t = \tau_t$ và khi $x = d$, $t = \tau_n$. Thay các

điều kiện biên vào công thức (3.7) ta được $B = \tau_t$ và $A = \frac{\tau_n - \tau_t}{d}$.

Vậy phương trình của trường nhiệt của tường là:

$$t = \tau_t - \frac{\tau_t - \tau_n}{d} x \quad (3.8)$$

Do đó, nhiệt độ phân bố trong bức tường đồng chất khi truyền nhiệt ổn định là tuyến tính.

Theo phương trình Furiê, ta thiết lập được công thức xác định cường độ dòng nhiệt truyền qua tường như sau:

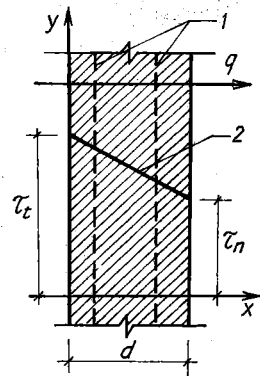
Từ phương trình (3.8) có $\frac{\delta t}{\delta x} = -\frac{\tau_t - \tau_n}{d}$, do đó:

$$q = -\lambda \frac{\delta t}{\delta x} = \frac{\lambda}{d} (\tau_t - \tau_n) \text{ kcal/m}^2/\text{h hay w/m}^2 \quad (3.9)$$

2. Hệ số dẫn nhiệt

Biểu thức định nghĩa của hệ số dẫn nhiệt là (xem công thức 3.1):

$$\lambda = \frac{|\vec{q}|}{\text{grad} \cdot t}$$



Hình 3.1:

Nhiệt truyền qua tường bằng dẫn nhiệt

1. Đường đẳng nhiệt;
2. Đường biểu diễn nhiệt độ.

Như vậy hệ số dẫn nhiệt của môi trường chính là lượng nhiệt truyền qua vật có bề dày theo phương truyền nhiệt là một đơn vị dài, khi nhiệt độ chênh nhau 1 độ, trong một đơn vị diện tích thẳng góc với phương truyền nhiệt và trong 1 đơn vị thời gian.

Thứ nguyên của λ là $\text{kJ/m.h.}^\circ\text{C}$ hoặc là $\text{kcal/m.h.}^\circ\text{C}$.

Hệ số dẫn nhiệt càng lớn thì vật liệu càng dẫn nhiệt tốt. Các kim loại là vật liệu dẫn nhiệt tốt, hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 5 \sim 6$ đến $390 \sim 400 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$. Các chất khí và chất lỏng dẫn nhiệt kém ($\lambda = 0,005 \sim 0,8$).

Các vật liệu xây dựng nói chung, thuộc loại vật liệu dẫn nhiệt kém, trị số λ của chúng từ $0,02 \sim 3,0$ (đá granit). Các vật liệu xây dựng thông thường không ở dạng đơn chất như kim loại, chất lỏng v.v... mà là những vật không đồng nhất, có lỗ rỗng. Những lỗ rỗng có không khí, hơi nước, hay nước tự do. Do đó, hệ số dẫn nhiệt của vật liệu xây dựng biến đổi tùy theo nhiều yếu tố: tỉ trọng (liên quan với độ rỗng), độ ẩm, nhiệt độ, cách cấu trúc của vật liệu.

a) *Ảnh hưởng của tỉ trọng.* Cùng một loại vật liệu, lỗ rỗng càng nhiều thì tỉ trọng càng thấp, cho nên nói rằng λ biến đổi theo tỉ trọng cũng là nói λ biến đổi theo độ rỗng của vật liệu. Thí nghiệm cho biết, độ rỗng tăng thì hệ số dẫn nhiệt giảm và ngược lại, ví dụ hệ số λ của gạch đất sét nung cho trong bảng (3.1) dưới đây:

Bảng 3.1. Ảnh hưởng của tỉ trọng đối với hệ số dẫn nhiệt của vật liệu gạch

Loại gạch	Tỉ trọng γ (kg/m^3)	Tỉ lệ độ rỗng (%)	Hệ số dẫn nhiệt	
			λ ($\text{kcal/m.h.}^\circ\text{C}$)	So sánh với trị số λ lớn nhất (%)
Gạch máy đặc ép khô	1900	27	0,70	100
Gạch máy đặc tốt	1800	31	0,66	94
Gạch có ít lỗ rỗng	1400	46	0,45	64
Gạch có rỗng trung bình	1200	54	0,38	54
Gạch có nhiều lỗ rỗng	800	69	0,25	36

Do chất rắn nói chung dẫn nhiệt tốt hơn chất khí nên trong vật liệu có độ rỗng càng lớn, chất khí trong vật liệu đó càng tăng thì hệ số dẫn nhiệt sẽ càng giảm. Nhưng, cùng một tỉ lệ độ rỗng như nhau, vật liệu nào có kích thước lỗ rỗng to hơn, hệ số dẫn nhiệt sẽ cao hơn, vì hệ số dẫn nhiệt của phân tử tăng lên khi kích thước của lỗ rỗng tăng (do hiện tượng đối lưu). Ví dụ: với bê tông bọt có tỉ trọng 550 kg/m^3 ; khi trong 1m^3 có 45 lỗ, $\lambda = 0,13$ khi trong 1m^3 có 125 lỗ, $\lambda = 0,10$. Với xỉ lò cao, có tỉ trọng 360 kg/m^3 , nếu là loại hạt nhỏ từ 2 đến 5mm thì $\lambda = 0,088$, còn nếu là loại hạt to 30mm thì $\lambda = 0,120$.

b) *Ảnh hưởng của độ ẩm vật liệu.* Khi độ ẩm của vật liệu biến đổi, các đặc trưng nhiệt kĩ thuật của vật liệu cũng biến đổi theo. Người ta thường dùng công thức gần đúng sau đây để xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, khi độ ẩm theo trọng lượng là $W\%$ và hệ số dẫn nhiệt khi hoàn toàn khô là λ_0 :

$$\lambda = \lambda_0 + \beta \cdot W \quad (3.10a)$$

β - hệ số gia tăng dẫn nhiệt khi độ ẩm vật liệu tăng 1%, ví dụ, bê tông bọt có $\beta = 0,011$, bê tông hơi $\beta = 0,007$, bê tông kêramdit $\beta = 0,005$.

Qua thí nghiệm, người ta thu được trị số λ của gạch đỏ xây với vữa nặng khi độ ẩm thay đổi như sau: $W = 0,1\%$, $\lambda = 0,46 \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$; $W = 0,7\%$, $\lambda = 0,62 \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$; $W = 1,4\%$, $\lambda = 0,79 \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$ và $W = 9\%$, $\lambda = 1,18 \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$.

Sở dĩ như vậy là vì nước (hơi nước) dẫn nhiệt tốt hơn không khí, nên độ ẩm càng cao, tức là nước trong vật liệu càng nhiều, không khí càng ít và hệ số dẫn nhiệt chung của vật liệu sẽ tăng lên.

c) *Ảnh hưởng của nhiệt độ.* Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu xây dựng, ngược với kim loại, tăng khi nhiệt độ của vật liệu tăng. Nguyên nhân là do khi nhiệt độ tăng, động năng của các phân tử vật liệu cũng như phân tử khí trong các lỗ rỗng tăng theo và làm cho nhiệt truyền mạnh thêm. Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ở nhiệt độ t có thể tính theo công thức của O.E.Vlaxov (dùng cho nhiệt độ dưới 100°C):

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + \beta t) \quad (3.10b)$$

λ_0 và λ_t - hệ số dẫn nhiệt ở 0°C và ở $t^\circ\text{C}$;

t - nhiệt độ của vật liệu;

β - hệ số ảnh hưởng của nhiệt độ, đối với vật liệu xây dựng thông thường có thể lấy $\beta \approx 0,0025$.

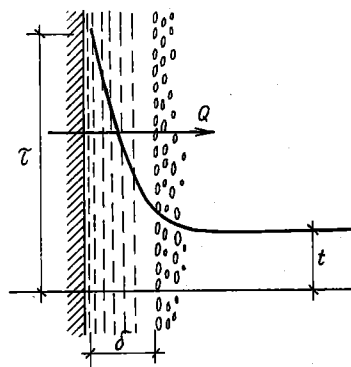
Trong xây dựng thường bỏ qua ảnh hưởng của nhiệt độ đến hệ số dẫn nhiệt, vì thông thường nhiệt độ thay đổi trong phạm vi nhỏ, không quá 60°C . Chỉ trong các công trình chịu sức nóng lớn (lò nung), mới cần chú ý đến ảnh hưởng này.

d) *Ảnh hưởng của cấu trúc vật liệu.* Với các vật liệu không đẳng hướng như gỗ, nhiệt truyền dọc thớ dễ hơn ngang thớ. Với gỗ thông, ($\gamma = 550 \text{ kg/m}^3$) λ theo ngang thớ là 0,15, theo dọc thớ là 0,30; gỗ sến ($\gamma = 800 \text{ kg/m}^3$) λ theo ngang thớ là 0,20 và theo dọc thớ là 0,35.

Vật liệu có cấu trúc tinh thể dẫn nhiệt mạnh hơn vật liệu có cấu trúc vô định hình, vật liệu vô cơ dẫn nhiệt mạnh hơn vật liệu hữu cơ, v.v...

3.1.2. Truyền nhiệt bằng đối lưu

Truyền nhiệt bằng đối lưu chỉ phát sinh trong môi trường chất lỏng. Nhiệt truyền qua kết cấu bằng đối lưu là chỉ quá trình truyền nhiệt giữa mặt kết cấu và không khí, khi chúng tiếp xúc với nhau. Quá trình truyền nhiệt đó song song tồn tại hai trạng thái: nhiệt được truyền đi bằng sự dịch chuyển của những thể tích "môl", đồng thời nhiệt được truyền đi bằng dẫn nhiệt. Nhiệt lượng được truyền đi chủ yếu là do tác dụng của đối lưu, vì thế nó có quan hệ mật thiết với sự chuyển dịch của không khí, vị trí và trạng thái bề mặt của kết cấu.



Hình 3.2: Nhiệt truyền bằng đối lưu

Như chúng ta đã biết, có hai trạng thái vận động: chảy tầng và chảy rối. Khi chảy tầng, các bộ phận của không khí chuyển dịch song song với nhau và song song với mặt tường, nên theo phương thẳng góc với hướng chuyển động của không khí, nhiệt truyền chủ yếu bằng dẫn nhiệt. Khi chảy rối (trừ tầng biên giới, trong phạm vi chiều dày δ , hình 3.2), các bộ phận của không khí dịch chuyển không có quy luật và hỗn loạn, nên chỉ ở tầng biên giới, nhiệt mới truyền bằng dẫn nhiệt, còn đại bộ phận nhiệt truyền đi là do sự đối chỗ của các phần tử không khí.

. Trong phần chảy tầng, nhiệt lượng truyền đi gặp phải trở lực rất lớn (truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt), ngược lại, trong phần chảy rối trở lực rất nhỏ. Do đó nhiệt độ trong phần chảy tầng tăng giảm rất nhanh (hình 3.2). Chiều dày của tầng biên giới rất mỏng, tốc độ của không khí càng lớn, bề mặt kết cấu càng nhẵn thì chiều dày δ đó càng bé.

Phương trình tính chính xác truyền nhiệt bằng đối lưu tương đối phức tạp, nên trong thực tế người ta thường dùng công thức gần đúng của Niuton - Lybecman để tính nhiệt lượng trao đổi giữa mặt kết cấu và không khí bằng đối lưu như sau:

$$q = \alpha_d(t - \tau) \quad (3.11)$$

q - nhiệt lượng trao đổi bằng đối lưu tính trên đơn vị diện tích, trong một đơn vị thời gian (wat/m²) hay (kcal/m².h);

t và τ - nhiệt độ của không khí và nhiệt độ bề mặt kết cấu (°C);

α_d - hệ số trao đổi nhiệt bằng đối lưu (kcal/m².h.°C) hay (wat/m².°C), biểu thị nhiệt lượng qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian, khi nhiệt độ giữa không khí và mặt kết cấu chênh nhau 1°C.

Trị số α_d phụ thuộc rất nhiều yếu tố như: tốc độ chuyển động của không khí, hiệu số giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt kết cấu, vị trí và trạng thái bề mặt kết cấu. Do đó, dùng phương pháp lí thuyết để xác định trị số α_d rất khó khăn; trong thực tế, thường căn cứ vào nguyên lí đồng dạng và dùng thực nghiệm để xác định.

Tình hình truyền nhiệt bằng đối lưu ở mặt trong và mặt ngoài kết cấu xảy ra khác nhau. Đối với mặt trong kết cấu ngăn che của phòng đóng kín, đối lưu tự nhiên chủ yếu do nhiệt độ không khí trong nhà và mặt trong kết cấu khác nhau gây ra, còn đối với mặt ngoài kết cấu thì không những do khác nhau về nhiệt độ, mà còn do tác dụng của gió gây ra đối lưu cưỡng bức. Đối với mặt trong kết cấu của phòng thông thoáng cũng có hiện tượng tương tự. Do đó, khi xác định trị số α_d cần phải phân biệt sự khác nhau giữa mặt trong và mặt ngoài kết cấu, cũng như giữa phòng đóng kín cửa và phòng có gió xuyên qua.

Đối với mặt trong kết cấu ngăn che của phòng đóng kín cửa có thể dùng công thức:

$$\alpha_d = b\sqrt{\Delta t} \quad (3.12a)$$

Δt - hiệu số giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt kết cấu ($^{\circ}\text{C}$);

b - hệ số kể đến ảnh hưởng của trạng thái truyền nhiệt, đối với tường thẳng đứng $b = 1,43$; đối với sàn nằm ngang: khi nhiệt truyền từ trên xuống dưới $b = 1,0$; khi nhiệt truyền từ dưới lên trên $b = 1,86$.

Đối với mặt trong kết cấu của phòng mở cửa thông thoáng, xác định gần đúng α_d như sau:

$$\alpha_d = 3,8 \cdot v_t^{0,8}; \quad (3.12b)$$

v_t - tốc độ không khí trong phòng (m/s).

Đối với mặt ngoài kết cấu, có thể xác định trị số α_d theo công thức:

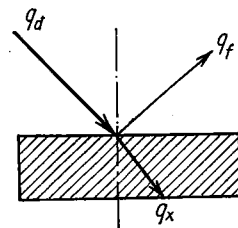
$$\alpha_d = 5,1 v_n^{0,8} x^{-0,2}, \quad (2.13)$$

v_n - tốc độ gió (m/s);

x - kích thước đặc trưng của bề mặt kết cấu, có thể lấy bằng cạnh ngắn của mặt nhà.

3.1.3. Trao đổi nhiệt bằng bức xạ

Dưới tác dụng của nhiệt, các điện tử nội bộ của vật thể sẽ bị kích thích, làm cho một bộ phận nhiệt năng biến thành năng lượng bức xạ phóng ra xung quanh. Bất cứ một vật thể nào, khi có nhiệt độ lớn hơn độ không tuyệt đối, đều có tính chất bức xạ nhiệt và luôn phát ra các tia bức xạ nhiệt. Năng lượng bức xạ được mang đi bằng điện từ. Trong các công trình kiến trúc, dưới trạng thái nhiệt bình thường thì năng lượng bức xạ chủ yếu là do các tia nhiệt có bước sóng bằng $0,8 \sim 40\mu$ tạo nên. Bộ phận năng lượng này lại bị vật khác hấp thụ, sau đó lại biến thành tia nhiệt, cứ như vậy mà nhiệt được truyền đi mãi.



Hình 3.3: Các thành phần của bức xạ chiếu đến vật

Tính chất của tia nhiệt cũng tương tự như tia quang, chúng chỉ khác nhau về độ dài bước sóng. Khi năng lượng bức xạ nhiệt truyền đến một vật bất kỳ, một phần bị hấp thụ, một phần phản xạ lại, còn một phần xuyên qua (hình 3.3).

Nếu năng lượng nhiệt hoàn toàn bị phản xạ, người ta gọi vật đó là "vật trắng tuyệt đối". Nếu năng lượng bức xạ nhiệt hoàn toàn bị hấp thụ, vật đó là "vật đen tuyệt đối". Nếu năng lượng bức xạ nhiệt hoàn toàn xuyên qua, vật

đó là "vật trong suốt tuyệt đối". Trong thế giới tự nhiên, vật thể thường ở trạng thái trung gian của ba vật trên.

Cường độ bức xạ của vật thể phụ thuộc vào nhiệt độ bề mặt và khả năng bức xạ của vật liệu. Căn cứ vào thực nghiệm, ta thấy khả năng bức xạ của vật liệu tỉ lệ thuận với khả năng hấp thụ của nó. Vì thế "vật đen" là vật có khả năng bức xạ lớn nhất. Năng lượng bức xạ của vật liệu xây dựng thông thường nhỏ hơn "vật đen", nên gọi là "vật xám".

Quan hệ giữa cường độ bức xạ, bước sóng bức xạ và nhiệt độ của vật đen tuyệt đối tuân theo định luật Planx (hình 3.4).

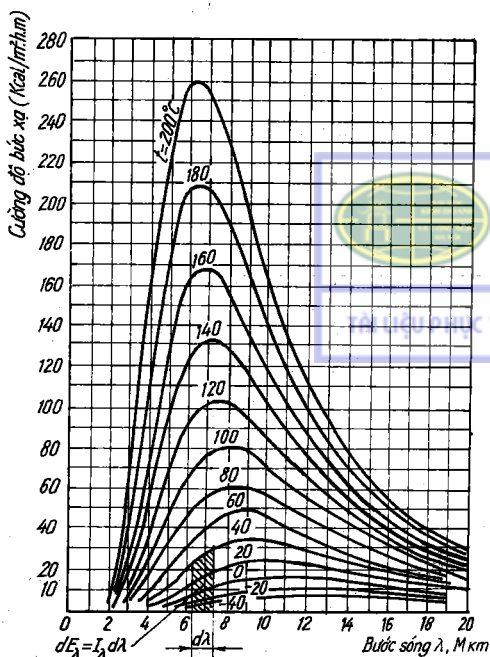
Nhiệt lượng bức xạ của một đơn vị diện tích của vật trong một đơn vị thời gian được xác định theo công thức của định luật Stefan-Bolzman sau:

$$q = C \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (3.14)$$

q - nhiệt lượng bức xạ (kcal/m.h hay W/m^2);

C - hệ số bức xạ, $kcal/m^2 \cdot h \cdot \left(\frac{^\circ K}{100} \right)^4$ hay $W/m^2 \left(\frac{^\circ K}{100} \right)^4$

T - nhiệt độ tuyệt đối ($^\circ K$).



Hình 3.4: Phổ bức xạ của vật đen tuyệt đối phụ thuộc vào nhiệt độ

Nói một cách chính xác, công thức (3.14) trên chỉ đúng với "vật đen" nhưng qua nhiều thực nghiệm cho thấy có thể áp dụng gần đúng cho "vật xám".

Hệ số bức xạ của "vật đen" $C_0 = 4,9 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}(\text{°K}/100)^4$ hay $\text{W/m}^2 (\text{°K}/100)^4$.

Hệ số bức xạ của vật liệu xây dựng luôn luôn nhỏ hơn C_0 (phụ lục 7).

Nhiệt lượng trao đổi giữa hai vật ở vị trí tương đối bất kì được xác định bằng các công thức sau đây:

Nhiệt lượng bức xạ do mặt 1 truyền đến mặt 2:

$$Q_{1-2} = C' F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \psi_{1-2} \quad (3.15)$$

Nhiệt lượng bức xạ do mặt 2 truyền đến mặt 1:

$$Q_{2-1} = C' F_2 \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \psi_{2-1} \quad (3.16)$$

C' - hệ số bức xạ tương đương, phụ thuộc vào hệ số bức xạ của 2 mặt và vị trí tương quan của 2 mặt đó;

T_1, T_2 - nhiệt độ tuyệt đối ở bề mặt vật 1 và 2;

ψ_{1-2}, ψ_{2-1} - hệ số góc bức xạ trung bình giữa hai vật 1 và 2; ψ_{1-2} cũng như ψ_{2-1} luôn ≤ 1 . ψ_{1-2} chính là tỉ số giữa phần nhiệt do mặt 1 bức xạ truyền đến mặt 2 với toàn bộ lượng nhiệt do mặt 1 bức xạ ra xung quanh.

Hệ số ψ không phụ thuộc vào nhiệt độ mà chỉ phụ thuộc vào vị trí tương đối của 2 vật và kích thước hình học của chúng.

Cách xác định các hệ số bức xạ tương đương C' và các hệ số góc bức xạ ψ_{1-2}, ψ_{2-1} có thể tham khảo tài liệu [2].

Trong tính toán thực tế, người ta thường dùng công thức đơn giản sau để xác định lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ:

$$Q = \alpha_b (\tau_1 - \tau_2) \cdot F \quad (3.17)$$

α_b - hệ số trao đổi nhiệt bằng bức xạ ($\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{w/m}^2$);

τ_1, τ_2 - nhiệt độ bề mặt của 2 vật (°C).

So sánh công thức (3.17), với (3.15) và (3.16) ta có

$$\alpha_b = C \frac{\left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \psi}{\tau_1 - \tau_2} = C' \cdot \theta \cdot \psi \quad (3.18)$$

trong đó $\theta = \frac{\left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{\tau_1 - \tau_2}$; khi hiệu số nhiệt độ $\tau_1 - \tau_2$ nhỏ hơn

20°C thì có thể xác định θ theo công thức:

$$\theta = 0,81 + 0,005 (\tau_1 + \tau_2) \quad (3.19)$$

3.2. NHIỆT TRUYỀN ỔN ĐỊNH QUA KẾT CẤU NGĂN CHE

Khi thiết kế cách nhiệt cho kết cấu ngăn che để chống rét trong mùa lạnh, người ta thường tính với điều kiện bất lợi nhất là trời lạnh nhất, không có nắng chiếu, bức xạ bầu trời không đáng kể, nhiệt độ ít biến thiên theo thời gian và trong điều kiện đó nhiệt truyền qua kết cấu ngăn che từ trong nhà ra ngoài nhà được xem gần đúng là ổn định.

3.2.1. Quá trình truyền nhiệt qua kết cấu ngăn che

Nhiệt truyền từ trong nhà ra ngoài nhà phải qua 3 giai đoạn: môi trường trong nhà đến mặt trong của kết cấu ngăn che, từ mặt trong đến mặt ngoài kết cấu ngăn che và từ mặt ngoài kết cấu ngăn che đến môi trường ngoài nhà (hình 3.5).

Nhiệt từ trong phòng truyền đến mặt trong kết cấu ngăn che bằng phương thức đối lưu (giữa không khí và mặt kết cấu ngăn che) và bức xạ (giữa các mặt kết cấu ngăn che trong nhà và mặt kết cấu ngăn che phía ngoài).

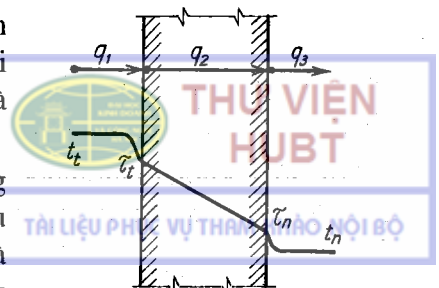
Do đó, theo công thức (3.11) và (3.17) ta có:

$$q_1 = \alpha_d(t_i - \tau_i) + \alpha_b(t_R - \tau_i),$$

t_i - nhiệt độ không khí trong nhà;

t_R - nhiệt độ bức xạ trung bình của các bề mặt trong phòng (trừ bề mặt kết cấu ngăn che phía ngoài đang xét);

τ_i - nhiệt độ mặt trong của kết cấu ngăn che phía ngoài.



Hình 3.5: Nhiệt truyền ổn định, từ trong nhà ra ngoài nhà

Khi tính gần đúng có thể coi t_R gần bằng t_i , và có:

$$q_1 = \alpha_i (t_i - \tau_i), \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h hay W/m}^2 \quad (3.20)$$

$\alpha_i = \alpha_d + \alpha_b$ - hệ số trao đổi nhiệt của mặt trong kết cấu.

Nhiệt truyền từ mặt trong đến mặt ngoài kết cấu chủ yếu bằng phương thức dẫn nhiệt; nếu kết cấu ngăn che là một lớp đồng chất, thì theo công thức (3.9) ta có:

$$q_2 = \frac{\lambda}{d} (\tau_i - \tau_n) = \frac{1}{R} (\tau_i - \tau_n) \quad (3.21)$$

$R = \frac{d}{\lambda}$ - nhiệt trở của kết cấu ngăn che, $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C/kcal}$ hay $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$.

Tương tự như ở phía trong, nhiệt truyền từ mặt ngoài kết cấu ra môi trường phía ngoài nhà được xác định:

$$q_3 = \alpha_n (\tau_n - t_n), \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h hay W/m}^2; \quad (3.22)$$

$\alpha_n = \alpha_d + \alpha_b$ - hệ số trao đổi nhiệt của mặt ngoài kết cấu ngăn che;

τ_n - nhiệt độ mặt ngoài kết cấu;

t_n - nhiệt độ không khí ngoài nhà.

Khi truyền nhiệt ổn định, áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có lượng nhiệt truyền qua kết cấu ngăn che từ trong ra ngoài nhà bằng:

$$q = q_1 = q_2 = q_3 \quad (3.23)$$

Nhiệt độ không khí trong nhà (t_i) và không khí ngoài nhà (t_n) thường đã cho trước. Giải hệ phương trình tuyến tính (3.20), (3.21), (3.22) và (3.23) ta được:

Lượng nhiệt truyền qua kết cấu:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R + \frac{1}{\alpha_n}} (t_i - t_n) \cdot F = \frac{1}{R_o} (t_i - t_n) F; \text{ kcal/h}; \quad (3.24)$$

Nhiệt độ mặt trong kết cấu:

$$\tau_i = t_i - \frac{t_i - t_n}{R_o} R_i; \quad (3.25)$$

Nhiệt độ mặt ngoài kết cấu:

$$\tau_n = t_i - \frac{t_i - t_n}{R_o} (R + R_i); \quad (3.26)$$

F - diện tích bề mặt kết cấu (m^2) ;

R_o - tổng nhiệt trở của kết cấu ngăn che:

$$R_o = R_t + R + R_n \quad (3.27)$$

$R_t = \frac{1}{\alpha_t}$ và $R_n = \frac{1}{\alpha_n}$ - nhiệt trở mặt trong và mặt ngoài kết cấu ngăn che.

Trị số nghịch đảo của tổng nhiệt trở $\frac{1}{R_o} = K_o$ gọi là hệ số tổng truyền nhiệt của kết cấu ngăn che.

Hệ số trao đổi nhiệt của mặt trong kết cấu lấy như sau:

Đối với phòng đóng kín cửa, mặt kết cấu phẳng hoặc có sườn, với $\frac{h}{a}$ là tỉ lệ giữa chiều cao của sườn (h) và khoảng cách giữa các sườn (a), khi $h/a \leq 0,3$, lấy $\alpha_t = 7,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$, khi $h/a > 0,3$ lấy $\alpha_t = 6,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$;

Đối với phòng mở cửa thông thoáng:

$$\alpha_t = 4,3 + 3,8 V_t^{0,8} \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} , \quad (3.28)$$

V_t - tốc độ chuyển động của không khí trong phòng (m/s).

Hệ số trao đổi nhiệt của mặt ngoài kết cấu lấy:

- đối với tường: $\alpha_n = 5 + 10\sqrt{V_n}$; (3.29)

- đối với mái: $\alpha_n = 7,5 + 2,2V_n$; (3.30)

- đối với các mặt trong tầng hầm mái: $\alpha_n = 10$,

V_n - tốc độ gió ngoài nhà (m/s).

Để xác định nhiệt độ ở các mặt cắt 1, 2... i nằm trong nội bộ kết cấu (hình 3.5) ta viết phương trình xác định lượng nhiệt truyền từ trong nhà đến các mặt cắt 1, 2... i đó.

Tương tự như công thức (3.24), lượng nhiệt truyền từ trong nhà đến mặt cắt 1 là: $q_{1-1} = \frac{t - t_1}{R + R_1}$

đến mặt cắt 2 là: $q_{1-2} = \frac{t_1 - t_2}{R_1 + R_1 + R_2}$

đến mặt cắt thứ i là:

$$q_{t-i} = \frac{t_t - t_i}{R_t + R_1 + R_2 + \dots + R_i} = \frac{t_t - t_i}{R_t + \sum_{i=1}^i R_i}$$

trong đó $R_1, R_2, \dots, R_i$ - nhiệt trở của các phần 1, 2... i của kết cấu, $R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1}$;

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}, R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}$$

Trong quá trình truyền nhiệt từ phần kết cấu này sang phần kết cấu kia, lượng nhiệt không mất đi, nên:

$$q_{t-1} = q_{t-2} = \dots = q_{t-i} = q.$$

Từ đó ta có công thức xác định nhiệt độ nội bộ kết cấu ngăn che ở các mặt cắt 1, 2... i :

$$\begin{aligned} t_1 &= t_t - \frac{t_t - t_n}{R_o} (R_t + R_1); \\ t_2 &= t_t - \frac{t_t - t_n}{R_o} (R_t + R_1 + R_2); \\ t_i &= t_t - \frac{t_t - t_n}{R_o} \left(R_t + \sum_{i=1}^i R_i \right) \end{aligned} \quad (3.31)$$

3.2.2. Sự truyền nhiệt qua kết cấu ngăn che phức tạp

Kết cấu ngăn che nhà thông thường là kết cấu nhiều lớp. Tính toán truyền nhiệt qua kết cấu nhiều lớp vẫn theo các công thức (3.24), (3.25), (3.26) và (3.31). Nhưng nhiệt trở R của kết cấu trong các công thức đó không thể xác định đơn giản như trên, mà phải phân theo từng loại:

1. Kết cấu nhiều lớp đồng chất theo hướng thẳng góc với hướng truyền nhiệt

Nhiệt trở của kết cấu này bằng tổng nhiệt trở của các lớp:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (3.32)$$

2. Kết cấu một lớp nhưng gồm nhiều mảng vật liệu khác nhau

Ví dụ như tường 1 xây xen lẫn giữa gạch nung với gạch xỉ (hình 3.6)

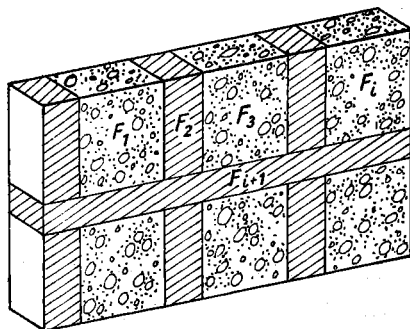
Nhiệt trở từng mảng i của lớp kết cấu được xác định đơn giản theo công thức $R_i = \frac{d}{\lambda_i}$, trong đó λ_i là hệ số

dẫn nhiệt của vật liệu mảng i . Nhiệt trở trung bình của cả lớp được xác định bình quân theo tỉ lệ diện tích bề mặt các mảng, tức là:

$$R = \frac{F}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_i}} \quad (3.33)$$

F_i - diện tích mảng i

$F = \sum F_i$ - diện tích toàn bộ bề mặt kết cấu.



Hình 3.6: Kết cấu một lớp gồm nhiều mảng vật liệu khác nhau

Công thức (3.33) được thành lập trên cơ sở đảm bảo lượng nhiệt truyền qua lớp kết cấu với nhiệt trở R phải bằng tổng lượng nhiệt truyền qua từng mảng.

3. Kết cấu nhiều lớp, giữa các lớp có cấu nôi (sườn cứng), (hình 3.7).

Ví dụ, tường xây bằng gạch có lỗ rỗng ở giữa và lấp đầy bằng vật liệu cách nhiệt, tường bằng các panen hình chữ U hay kiểu ô cờ được lấp phẳng mặt bằng bê tông xỉ hoặc bê tông bọt v.v...

Dòng nhiệt truyền qua các bộ phận của tường không song song với nhau, nhiệt sẽ tập trung truyền qua các sườn có hệ số dẫn nhiệt lớn, đó là trường hợp nhiệt 2 chiều (hình 3.7a).

Nhiệt trở của loại kết cấu này được xác định qua ba bước như sau:

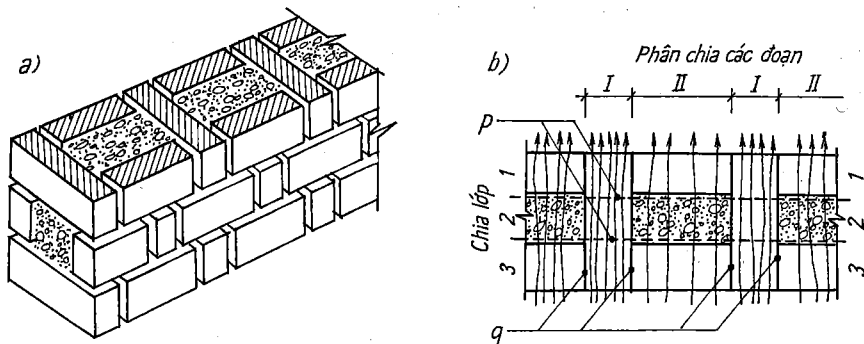
a) Giả thiết hai mặt của sườn có tính cách nhiệt tuyệt đối (các mặt này song song với phương truyền nhiệt). Khi đó trong mỗi bộ phận của kết cấu nhiệt truyền độc lập với nhau. Khi dùng giả thiết này để tính toán, ta thấy tổng nhiệt lượng qua kết cấu nhỏ hơn thực tế, tức là nhiệt trở R lớn hơn so với thực tế.

Tương tự công thức (3.33) ta có công thức xác định nhiệt trở của kết cấu:

$$R_{//} = \frac{F_I + F_{II} + \dots + F_N}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \dots + \frac{F_N}{R_N}} \quad (3.34)$$

$F_I, F_{II} \dots F_N$ - diện tích bề mặt các đoạn kết cấu I, II, ... N (m^2);

$R_I, R_{II} \dots R_N$ - nhiệt trở các đoạn trên ($m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / kcal$).



Hình 3.7: Kết cấu nhiều lớp, giữa các lớp có cấu nối.

p = mặt dẫn nhiệt tuyệt đối.

q = mặt cách nhiệt tuyệt đối.

b) Giả thiết giữa các lớp vật liệu (thẳng góc với phương truyền nhiệt) có một lớp vô cùng mỏng và dẫn nhiệt tuyệt đối (hình 3.7b). Khi đó 2 lớp ở hai bên là vật liệu đồng chất, còn lớp ở giữa do nhiều loại vật liệu tạo thành. Đối với lớp có nhiều loại vật liệu tạo thành, trước tiên phải tính trị số hệ số dẫn nhiệt trung bình λ_{tb} của nó:

$$\lambda_{tb} = \frac{\lambda_I F_I + \lambda_{II} F_{II} + \dots + \lambda_n F_N}{F_I + F_{II} + \dots + F_N} \quad (3.35)$$

Theo giả thiết này, ta có công thức tính nhiệt trở của kết cấu:

$$R_I = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}; \quad (3.36)$$

$R_1, R_2 \dots R_n$ - nhiệt trở của các lớp 1, 2, ..., n.

c) Kết quả thực nghiệm cho thấy trị số R thực tế nằm giữa R_{II} và R_I và gần với R hơn. Do đó cuối cùng người ta dùng công thức sau để tính nhiệt trở kết cấu:

$$R = \frac{R_{II} + 2R_I}{3} \quad (3.37)$$

Phương pháp tính trên là phương pháp gần đúng, khi trị số R_1 và R_{II} khác nhau nhiều, thì sai số càng lớn. Khi R_1 và R_{II} khác nhau trong phạm vi 15% đến 20%, kết quả tính theo công thức (3.37) là đáng tin cậy.

4. Nhiệt trở của tầng không khí kín

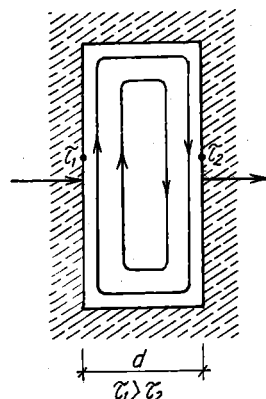
Không khí là một loại chất liệu nhẹ, cách nhiệt tốt, nên trong thực tế thường dùng kết cấu ngăn che có tầng không khí kín. Tính chất truyền nhiệt của tầng không khí không giống như vật liệu rắn. Trong tầng không khí kín, nhiệt được truyền theo 3 phương thức: dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ (hình 3.8).

Tổng nhiệt lượng q truyền qua tầng không khí kín là

$$q = q_{dn} + q_d + q_b$$

Dưới một hiệu số nhiệt độ nhất định, nếu tầng chiều dày tầng không khí thì trị số q_{dn} giảm đi, q_d tăng lên, vì không khí lưu thông dễ, còn lượng nhiệt bức xạ q_b không thay đổi mấy. Đối với tầng không khí nằm ngang, khi nhiệt truyền từ dưới lên trên, đối lưu truyền nhiệt rất mạnh, còn khi truyền từ trên xuống dưới, đối lưu truyền nhiệt rất yếu, vì không khí nóng tích đọng ở trên.

Kết quả thí nghiệm chứng tỏ rằng khi kết cấu xung quanh tầng không khí kín làm từ vật liệu thông thường thì có tới 2/3 lượng nhiệt truyền qua tầng không khí là bức xạ. Để giảm lượng nhiệt truyền bằng bức xạ, người ta ốp bề mặt kết cấu ngăn che tầng không khí bằng vật liệu có hệ số bức xạ nhỏ như aluminium. Với tầng không khí dày 5cm, bề mặt ốp bằng aluminium có nhiệt trở tương đương với tường gạch 40cm.



Hình 3.8: Nhiệt truyền qua tầng không khí kín

Bảng 3.2 Nhiệt trở của lớp không khí kín

Chiều dày lớp không khí (mm)	Nhiệt trở lớp không khí R_k ($m^2 \cdot h, ^\circ C/kcal$)			
	Lớp không khí thẳng đứng và lớp không khí nằm ngang khi dòng nhiệt từ dưới lên		Lớp không khí nằm ngang, khi dòng nhiệt từ trên xuống	
			Mùa nóng	Mùa lạnh
10	0,15	0,17	0,16	0,18
20	0,16	0,18	0,18	0,22
30	0,16	0,19	0,19	0,24
50	0,16	0,20	0,20	0,26
100	0,17	0,21	0,21	0,27
150	0,18	0,21	0,22	0,28
200 ~ 300	0,18	0,22	0,22	0,28

Ghi chú: Trong bảng trên, R_k được xác định cho trường hợp chênh lệch nhiệt độ giữa hai bề mặt là 10°C . Trong tính toán chính xác phải nhân trị số trong bảng với hệ số hiệu chỉnh như sau:

$\Delta t = t_1 - t_2$	8°	6°	4°	2°
Hệ số hiệu chỉnh	1,05	1,10	1,25	1,40

Để tránh tình trạng đọng sương trên bề mặt aluminium, ta nên đặt lớp aluminium ở phía có nhiệt độ cao hơn.

Xác định nhiệt trở của tầng không khí bằng phương pháp lí thuyết rất khó khăn, nên trong thực tế tính toán có thể dùng trị số nhiệt trở tầng không khí kín theo kết quả thí nghiệm cho ở bảng 3.2.

3.3. THIẾT KẾ CÁCH NHIỆT CHO KẾT CẤU NGĂN CHE THEO YÊU CẦU CHỐNG LẠNH

Thiết kế cách nhiệt cho kết cấu bao che, trong điều kiện mùa Đông để chống lạnh là việc xác định nhiệt trở yêu cầu (R_o^{yc}) của kết cấu bao che và cấu tạo, kết cấu sao cho nhiệt trở của nó thoả mãn trị số nhiệt trở yêu cầu trên.

Nhiệt trở yêu cầu của kết cấu xác định theo ba điều kiện sau:

a) Điều kiện về tiện nghi nhiệt

Là điều kiện đảm bảo nhiệt độ mặt trong kết cấu không gây ra cảm giác lạnh đối với người ở trong nhà.

Nếu coi điều kiện tiện nghi cục bộ (điều kiện tiện nghi thứ 2) làm điều kiện tính toán thì trị số cho phép của nhiệt độ mặt trong kết cấu ngăn che (τ_t^{cf}) được xác định theo công thức (2.20).

Đưa điều kiện $t_i \geq \tau_t^{cf}$ vào công thức (3.25) ta có công thức tính nhiệt trở yêu cầu của kết cấu bao che theo điều kiện tiện nghi nhiệt như sau:

$$R_o^{yc} \geq \frac{t_i - t_n}{t_i - \tau_t^{cf}} R_t \quad (3.38)$$

b) Điều kiện chống đọng sương trên mặt trong của kết cấu bao che

Không khí trong nhà, nói chung, không ở trạng thái bão hoà hơi nước, nghĩa là độ ẩm tương đối của nó bé hơn 100%. Tuy nhiên, như đã nêu ở

chương 1, nếu nhiệt độ mặt trong kết cấu thấp hơn nhiệt độ điểm sương của không khí trong nhà thì trên bề mặt sẽ có hơi nước ngưng tụ, nghĩa là xảy ra hiện tượng đọng sương. Nước ngưng tụ này sẽ làm cho kết cấu mau hư hỏng, bề mặt hoen ố, nấm mốc và tạo cho người ở cảm giác khó chịu, không thoải mái. Trong các nhà công nghiệp và nhà kho, nước ngưng tụ trên mặt tường, mặt mái còn ảnh hưởng không tốt đến quá trình sản xuất, làm cho hàng hoá, thiết bị chứa trong kho chóng hư hỏng. Vì vậy, người thiết kế phải có giải pháp cần thiết để tránh hiện tượng này, tức là phải thiết kế cấu tạo kết cấu bao che sao cho $\tau_i \geq \tau_s$.

Tương tự như trên, đưa điều kiện $\tau_i \geq \tau_s$, vào công thức (3.25) ta có biểu thức

$$R_o^{yc} \geq \frac{t_i - t_n}{t_i - t_s} R_i \quad (3.39)$$

c) Điều kiện kinh tế (tổng chi phí nhỏ nhất)

Điều kiện này áp dụng cho trường hợp nhà có hệ thống sưởi trong mùa lạnh. Tổng giá thành kết cấu là:

$$A = K + ET \quad (3.40)$$

K - giá thành, vốn đầu tư xây dựng nhà tính riêng cho kết cấu đang xét;

E - giá thành lượng nhiệt tổn hao qua kết cấu, chi phí vận hành bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị sưởi tính riêng cho kết cấu;

T - thời gian hoàn vốn công trình (thông thường $T = 8 \sim 12$ năm).

Các đại lượng K và ET trong công thức (3.40) đều phụ thuộc nhiệt trở kết cấu. Trị số K đồng biến, còn ET nghịch biến với nhiệt trở R. Do đó tổng A của chúng sẽ có một cực tiểu.

Như vậy, nhiệt trở hợp lý nhất về phương diện kinh tế được xác định từ điều kiện: $\frac{\partial A}{\partial R_o} = 0$.

Căn cứ nguyên tắc trên, người ta [2] lập được công thức xác định nhiệt trở kinh tế nhất như sau:

$$R_o^{kt} \approx \sqrt{\frac{M \cdot S_{nh} T}{\lambda \cdot S_{vl}}} ; \quad (3.41)$$

$$M = (t_i - t_{n,s}) n_s, \text{ (h.}^\circ\text{C/năm)};$$

$t_{n,s}$ và n_s - nhiệt độ không khí ngoài nhà trong thời gian sưởi ấm và số ngày cần sưởi trong năm;

λ - hệ số dẫn nhiệt của lớp cách nhiệt;

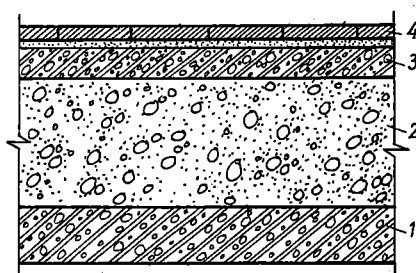
S_{v1} - giá thành vật liệu cách nhiệt (đồng/m³);

S_{nh} - giá thành lượng nhiệt tổn hao qua kết cấu (đồng/kcal).

Từ các công thức (3.38), (3.39) và (3.41) ta tính được 3 trị số nhiệt trở yêu cầu của kết cấu. Điều kiện lựa chọn cấu tạo kết cấu bao che là bảo đảm nhiệt trở thực tế của kết cấu phải lớn hơn hay bằng trị số lớn nhất tính theo 3 công thức trên.

Ví dụ 3.1:

Thiết kế cách nhiệt cho mái nhà, sau đó tính nhiệt độ phân bố và lượng nhiệt truyền qua kết cấu. Cho trước: $t_i = 25^\circ\text{C}$, $t_n = 5^\circ\text{C}$, độ ẩm trong phòng $\varphi_i = 75\%$, tốc độ gió ngoài nhà $V_n = 3\text{m/s}$, nhà đóng cửa, kết cấu mái cho ở hình (3.9). Tính với phòng rộng 6m, dài 9m và cao 3,6m.



Hình 3.9: Kết cấu mái dùng cho ví dụ 3.1

1. Bê tông cốt thép chịu lực có $\lambda = 1,33$, $d_i = 0,8\text{m}$; 2. Lớp cách nhiệt, chiều dày chưa biết, 3. Lớp bê tông chống thấm có $\lambda = 1,33$, $d_3 = 0,035\text{m}$; 4. Gạch lát men và vữa lát có $\lambda = 0,7$, $d_4 = 0,03\text{m}$

Giải:

1. Xác định nhiệt trở mặt ngoài và mặt trong của mái:

- Theo công thức (3.30) có:

$$\alpha_n = 7,5 + 2,2 \cdot$$

$$3 = 14,1 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{14,1} = 0,071.$$

- Nhà đóng cửa và trần phẳng nên:

$$\alpha_i = 7,5, R_i = \frac{1}{\alpha_i} = \frac{1}{7,5} = 0,133.$$

2. Nhiệt trở các lớp đã cho trước (bê tông chịu lực, lớp đan chống thấm và gạch lát men):

$$R_1 = \frac{0,08}{1,33} = 0,06, \quad R_3 = \frac{0,035}{1,33} = 0,026$$

$$R_4 = \frac{0,03}{0,70} = 0,043$$

3. Xác định nhiệt trở theo yêu cầu tiện nghi nhiệt.

Theo công thức (2.20) có:

$$\tau_t^{cf} = 27 - \frac{8}{0,782} = 16,8^\circ\text{C},$$

trong đó $\varphi_{ng,x} = 1 - 0,8 \frac{x}{\sqrt{F}} = 1 - 0,8 \frac{2}{\sqrt{6.9}} = 0,782$

x - khoảng cách từ đầu người đến trần = 3,6 - 1,6 = 2m.

F - diện tích trần.

Thay các trị số vào công thức (3.38) ta có:

$$R_o^{yc} \geq \frac{25 - 5}{25 - 16,8} \cdot 0,133 = 0,324$$

4. Xác định nhiệt trở theo yêu cầu chống đọng sương bề mặt.

Dựa vào biểu đồ I-3 (hình 1.12) với $t_i = 25^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 75\%$, ta xác định được nhiệt độ điểm sương của không khí trong nhà: $t \approx 20^\circ\text{C}$.

Thay các trị số đã biết vào công thức (3.39), ta có:

$$R_o^{yc} \geq \frac{25 - 5}{25 - 20} \cdot 0,133 = 0,532$$

5. Xác định chiều dày lớp cách nhiệt

Từ hai trị số R_o^{yc} ở trên, ta lấy $R_o^{yc} \geq 0,532$ (đáng nhẽ phải tính thêm trị số nhiệt trở kinh tế nhất theo công thức (3.41) để so sánh, nhưng hiện nay chưa đủ số liệu). Vậy lớp cách nhiệt cần có nhiệt trở là:

$$\begin{aligned} R_2 &\geq R_o^{yc} - R_n - R_t - R_1 - R_3 - R_4 \\ &\geq 0,532 - 0,333 \\ &\geq 0,199. \end{aligned}$$

Nếu dùng bê tông xỉ với $\lambda_2 = 0,35$ làm vật liệu cách nhiệt ở mái thì chiều dày lớp cách nhiệt phải là:

$d_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 0,199 \times 0,35 = 0,06965\text{m}$, lấy chẵn $d_2 = 0,07\text{m}$, và có

$$R_2 = \frac{0,07}{0,35} = 0,2; \quad R_o = 0,333 + 0,2 = 0,533$$

6. Tính nhiệt độ phân bố trong kết cấu.

Theo công thức (3.25), ta có:

$$\tau_t = 25 - \frac{25 - 5}{0,533} 0,133 = 20,01^\circ \text{C}$$

Nhiệt độ mặt ngoài các lớp 1, 2, 3, 4 xác định theo công thức (3.31):

$$t_i = t_t - \frac{t_t - t_n}{R_o} \left(R_t + \sum_{i=1}^i R_i \right), \text{ thay các trị số vào, ta có:}$$

$$t_1 = 25 - \frac{25 - 5}{0,533} (0,133 + 0,06) = 17,76^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 25 - \frac{25 - 5}{0,533} (0,133 + 0,06 + 0,2) = 10,26^\circ \text{C}$$

$$t_3 = 25 - \frac{25 - 5}{0,533} (0,133 + 0,06 + 0,2 + 0,026) = 9,34^\circ \text{C};$$

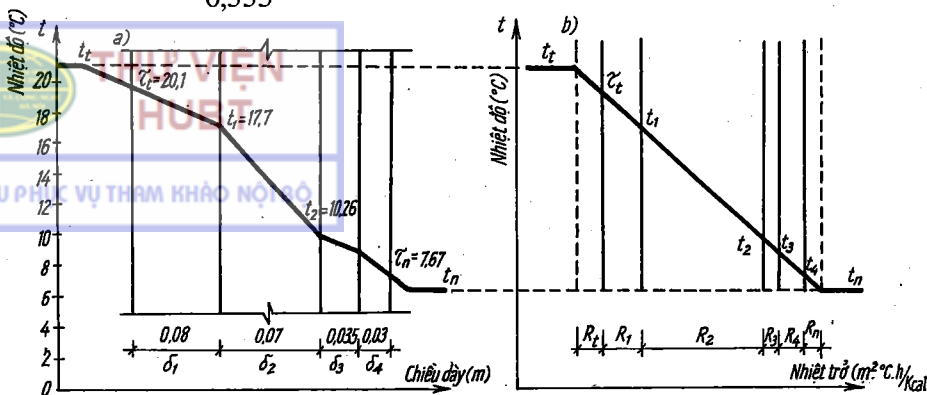
$$\tau_n = t_4 = 25 - \frac{25 - 5}{0,533} (0,133 + 0,06 + 0,2 + 0,026 + 0,043) = 7,67^\circ \text{C};$$

Biến thiên nhiệt độ các lớp trong nội bộ kết cấu mái được thể hiện trên hình 3.10.

7. Tính nhiệt lượng tổn hao mái.

Theo công thức (3.24) ta có:

$$q = \frac{1}{0,533} (25 - 5) \cdot 6.9 = 2026,27 \text{ kcal/h}$$



Hình 3.10: Phân bố nhiệt độ trong kết cấu mái

a) Hoàn chỉnh là chiều dày các lớp; b) Hoàn chỉnh là nhiệt trở các lớp

Thiết kế kết cấu ngăn che cách nhiệt chống nóng trong mùa nóng phải tính với thời gian bất lợi nhất, đó là những ngày có nhiệt độ không khí cao và bức xạ mặt trời lớn. Vào những ngày đó, nhiệt độ không khí cũng như bức xạ mặt trời chiếu đến mặt kết cấu đều biến thiên mạnh theo thời gian (hình 1.7, 1.8 và 1.9) và kết cấu ngăn che sẽ phải làm việc trong chế độ nhiệt không ổn định (nhiệt dao động).

Nếu sự truyền nhiệt dao động qua kết cấu ngăn che, cứ sau một khoảng thời gian nhất định lại lặp lại như cũ thì đó là *truyền nhiệt dao động chu kì*. Nếu sự biến thiên này diễn ra đúng như đường biểu diễn của hàm sin (hay cosin) thì đó là *truyền nhiệt dao động điều hoà*.

Trong thực tế, dao động nhiệt thường rất phức tạp. Nhưng dựa vào phương pháp toán giải tích ta có thể phân chia một dao động phức tạp bất kì thành một tập hợp các dao động điều hoà với các thời gian chu kì dao động khác nhau (khai triển theo chuỗi Furiê). Trước tiên, ta xét từng dao động điều hoà thành phần truyền qua kết cấu, sau đó áp dụng nguyên lí cộng tác dụng (nguyên lí chồng chất) để xét tập hợp các dao động điều hoà (dao động phức tạp) truyền qua kết cấu. Do đó, về mặt nguyên tắc chỉ cần giải bài toán cơ bản: truyền nhiệt dao động điều hoà qua kết cấu ngăn che.

4.1. TRUYỀN NHIỆT DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ QUA KẾT CẤU NGĂN CHE

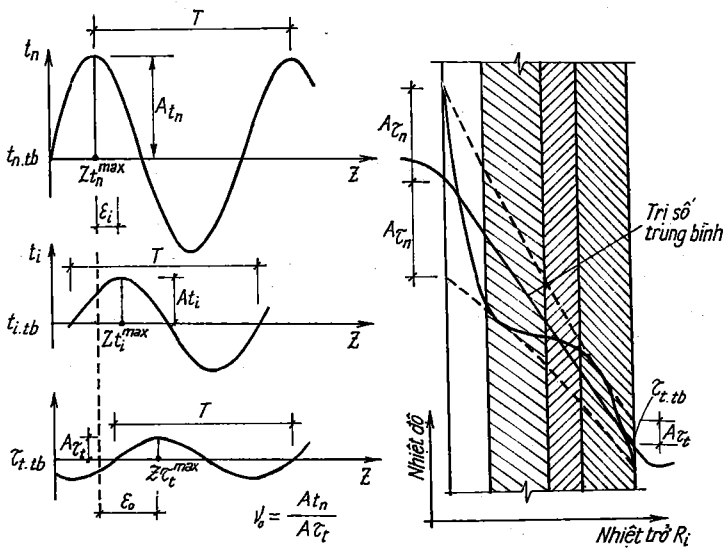
Nhiệt độ dao động điều hoà có dạng biến thiên theo hàm cosin (hình 4.1), đặc trưng bằng ba đại lượng: trị số trung bình trong chu kì (t_{tb}), biên độ dao động ($A_t = t_{\max} - t_{tb}$) và thời điểm xuất hiện trị số cực đại ($Z_t^{\max}$).

Nhiệt độ ở thời điểm Z bất kì được xác định:

$$t_z = t_{tb} + A_t \cos \frac{2\pi}{T} (Z - Z_t^{\max}), \quad (4.1)$$

T - chu kỳ dao động, đối với nhiệt độ dao động trong ngày đêm thì $T = 24$ giờ.

Dưới tác dụng dao động của nhiệt độ không khí, nhiệt độ trong nội bộ kết cấu ngăn che cũng sẽ dao động theo chu kỳ T, nhưng biên độ dao động nhỏ hơn và thời gian xuất hiện trị số cực đại chậm hơn. Dao động của nhiệt độ nội bộ kết cấu mạnh hay yếu, nhanh hay chậm tùy thuộc vào sự phản ứng của kết cấu ngăn che đối với dao động nhiệt. Tính phản ứng này gọi là *độ ổn định nhiệt* của kết cấu ngăn che.



Hình 4.1: Nhiệt dao động truyền qua kết cấu ngăn che.

Vậy *độ ổn định nhiệt* là khả năng của kết cấu có thể giữ nhiệt độ tương đối ổn định khi dòng nhiệt truyền qua nó dao động.

Hình 4.1 minh họa hiện tượng tắt dần và chậm trễ (lệch pha) của nhiệt dao động truyền qua kết cấu ngăn che.

Nhiệt độ t_i ở mặt phẳng i bất kỳ bên trong kết cấu sẽ dao động với một biên độ A_{t_i} , so với biên độ dao động của nhiệt độ tác dụng lên kết cấu nhỏ hơn v_i lần, tức là:

$$v_i = \frac{A_{t_n}}{A_{t_i}} \quad (4.2)$$

Trị số v_i gọi là *hệ số tắt dần dao động nhiệt độ* của các lớp vật liệu tính từ phía ngoài đến mặt phẳng i bên trong kết cấu.

Gọi biên độ dao động nhiệt độ của mặt trong kết cấu là A_{τ_t} thì tỉ lệ $v_o = \frac{A_{t_n}}{A_{\tau_t}}$ gọi là hệ số tắt dần dao động nhiệt của toàn bộ kết cấu.

Pha dao động của nhiệt độ t_i chậm hơn pha dao động của nhiệt độ ngoài nhà một khoảng thời gian là ε_i (giờ), ε_i gọi là *độ lệch pha dao động nhiệt độ* của các lớp tính từ phía ngoài đến mặt phẳng i của kết cấu. Đại lượng ε còn gọi là *độ trễ của dao động* qua kết cấu.

Phương trình dao động nhiệt độ tại mặt phẳng i có dạng:

$$t_i = t_{i, tb} + \frac{A_{t_n}}{v_i} \cos \frac{2\pi}{T} (Z - Z_{t_n}^{\max} - \varepsilon_i) \quad (4.3)$$

$t_{i, tb}$ - trị số trung bình của nhiệt độ tại mặt phẳng i tính trong chu kỳ T .

Nhiệt độ trung bình ở các lớp trong kết cấu cũng như trị số trung bình của nhiệt độ mặt trong và mặt ngoài kết cấu xác định theo trạng thái ổn định nhiệt.

Thời gian chênh lệch giữa pha dao động của nhiệt độ mặt kết cấu trong nhà với pha dao động nhiệt độ ngoài nhà gọi là độ trễ (độ lệch pha) của dao động qua toàn bộ kết cấu và thường kí hiệu là ε_o :

$$\varepsilon_o = Z_{\tau_t}^{\max} - Z_{t_n}^{\max}, \text{ giờ}, \quad (4.4)$$

$Z_{t_n}^{\max}$ và $Z_{\tau_t}^{\max}$ - thời điểm xuất hiện trị số cực đại của nhiệt độ ngoài nhà và nhiệt độ mặt trong kết cấu.

v_o , ε_o - càng lớn thì biên độ dao động của mặt trong kết cấu càng nhỏ và pha dao động của nó càng chậm. Nếu chú ý quan sát thực tế, ta sẽ thấy hiện tượng này rất rõ, chẳng hạn về mùa nóng nhiệt độ mặt trong mái dao động nhỏ hơn mặt ngoài rất nhiều (dao động tắt dần) và khi ngoài nhà đã mát, mặt trong mái vẫn còn nóng, có khi chiều tối hay giữa đêm nhiệt độ mặt trong của mái mới đạt tới trị số cực đại (hiện tượng trễ pha dao động).

Hệ số tắt dần v và độ trễ dao động ε là những đặc trưng vật lí nhiệt rất quan trọng của kết cấu ngăn che. Chúng biểu thị khả năng ổn định nhiệt của kết cấu. Tính nhiệt kĩ thuật cho kết cấu ngăn che khi nhiệt truyền dao động chủ yếu là xác định v và ε . Chúng phụ thuộc bản chất vật liệu các lớp và cách cấu tạo của kết cấu ngăn che, không phụ thuộc vào trị số nhiệt độ to hay nhỏ, lượng nhiệt truyền qua mạnh hay yếu.

Phương trình vi phân cơ bản của truyền nhiệt dao động có dạng (3.2). Để xác định các trị số ν và ϵ , nói riêng, và tính toán nhiệt dao động truyền qua kết cấu nói chung, cần phải giải phương trình vi phân đó. Việc giải phương trình vi phân đó vô cùng phức tạp. Cho đến nay trong thực tế tính toán bằng phương pháp giải tích, người ta chỉ mới giải được bài toán dao động nhiệt một chiều không gian.

Ở Mỹ, Canada, Anh và các nước phương Tây khác trước đây thường dùng phương pháp của K.O. Macây và L.T. Rait, ngày nay thường dùng phương pháp "nhân tố phản ứng nhiệt" (Thermal Response Factor), do G.P.Mitalas và D.C. Stephenson kiến nghị.

Ở Liên Xô cũ và các nước Đông Âu thường dùng lí thuyết ổn định nhiệt của O.E.Vlaxov, L.A.Xêmênov và A.M.Sklôver. Lí thuyết ổn định nhiệt tuy có điều hạn chế là chỉ thích dụng đối với các bài toán dao động nhiệt có tính chu kì, nhưng đạt được độ chính xác cao, và nhờ các phép tính gần đúng của A.M. Sklôver [13] và V.N.Bogoslovski [2] mà đã đưa đến các công thức đơn giản, dễ dàng ứng dụng trong thực tế. Trong quá trình xây dựng công thức tính toán chính xác, đi từ phương trình vi phân cơ bản về truyền nhiệt dao động, O.E.Vlaxov, A.M.Sklôver biểu diễn nhiệt độ và nhiệt lượng biến thiên theo hàm hypebolic, dạng số phức. Nhưng khi tính toán trong thực tế với các công thức đã đơn giản hoá thì biến thiên của nhiệt độ và nhiệt lượng lại được biểu diễn theo hàm côsin.

Dưới đây, trình bày phương pháp tính theo lí thuyết ổn định nhiệt.

Trong lí thuyết ổn định nhiệt O. E. Vlaxov đưa vào một đại lượng vật lí mới - *hệ số hàm nhiệt của bề mặt kết cấu* hoặc bề mặt các lớp vật liệu, thường kí hiệu là Y . Trị số Y là tỉ số giữa dao động của cường độ dòng nhiệt đi qua mặt kết cấu và dao động của nhiệt độ ngay trên bề mặt đó, tức là:

$$Y = \frac{\dot{q}}{t}; \quad (4.5)$$

trong đó, dấu chấm đặt trên các chữ q và t biểu thị đó là những hàm số phức, nghĩa là nó bao hàm cả môđun và pha dao động. Môđun của Y bằng tỉ số biên độ dao động của luồng nhiệt q với biên độ dao động của nhiệt độ t , còn pha của nó (kí hiệu là ϵ_y) chính là sự chậm trễ (lệch pha) của dao động nhiệt độ bề mặt kết cấu so với dao động luồng nhiệt đi qua, tức là:

$$Y = \frac{A_q}{A_t}; \quad (4.6a)$$

$$\varepsilon_y = Z_t^{\max} - Z_q^{\max} \quad (\text{giờ}) \quad (4.6b)$$

Đại lượng Y chính là sức chống lại dao động nhiệt của bề mặt kết cấu. Khi dòng nhiệt tác dụng với dao động là $1 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ làm cho nhiệt độ bề mặt dao động là 1°C thì Y bằng một đơn vị, do đó thứ nguyên của Y là $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.

Trị số Y của bề mặt một lớp kết cấu nào đó không những chỉ phụ thuộc vào tính chất bản thân lớp đó mà còn phụ thuộc vào tính chất của các lớp nằm sau nó. Ví dụ, có hai bức tường tuy cùng có lớp trát vữa giống nhau, nhưng một bức tường xây bằng gạch, một bức tường bằng bê tông, tức là lớp nằm sau lớp vữa ở hai tường khác nhau, thì hệ số ổn định nhiệt (khả năng hấp thụ dao động nhiệt) của hai mặt tường đó khác nhau. Nhưng nếu lớp kết cấu rất dày thì đại lượng Y chỉ phụ thuộc vào hệ số hàm nhiệt của vật liệu bản thân lớp đó.

Hệ số hàm nhiệt của vật liệu, thường kí hiệu là S, phụ thuộc vào tỉ trọng, tỉ nhiệt, hệ số dẫn nhiệt của vật liệu và chu kì dao động nhiệt theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{2\pi}{T}} C \cdot \gamma \cdot \lambda, \quad \text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \quad (4.7a)$$

T - chu kì dao động của nhiệt độ, giờ;

C - tỉ nhiệt của vật liệu, $\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$;

γ - trọng lượng đơn vị của vật liệu, kg/m^3 ;

λ - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, $\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.

Với chu kì T = 24 giờ (một ngày) ta có:

$$S = 0,51 \sqrt{C \cdot \gamma \cdot \lambda} \quad (4.7b)$$

và với chu kì T = 12 giờ (một nửa ngày) ta có:

$$S = 0,72 \sqrt{C \cdot \gamma \cdot \lambda} \quad (4.7c)$$

Nói chung, với cùng một loại vật liệu, khi chu kì dao động nhiệt nhỏ đi n lần thì trị số S sẽ tăng lên $\sqrt{n}$ lần.

Phụ lục 5 cho hệ số hàm nhiệt S của các loại vật liệu thông thường dùng trong xây dựng cơ bản.



Hệ số tắt dần ν và độ trễ ε của dao động truyền qua các lớp kết cấu chủ yếu phụ thuộc tích số hệ số hàm nhiệt S và nhiệt trở R của lớp đó.

Tích số $RS = D$ - gọi là *chỉ số nhiệt quán tính* của lớp kết cấu. Chỉ số nhiệt quán tính của kết cấu nhiều lớp được xác định như sau:

$$D = \sum_{i=1}^m R_i S_i, \quad (4.8)$$

R_i và S_i - nhiệt trở và nhiệt hàm của lớp i .

Những lớp vật liệu có chỉ số nhiệt quán tính $D \geq 1$ (tương ứng với điều kiện lớp kết cấu chứa được 1/4 bước sóng dao động nhiệt trở lên) gọi là lớp kết cấu "dày" về phương diện nhiệt, ngược lại khi lớp vật liệu có $D < 1$ thì gọi là lớp kết cấu "mỏng" về phương diện nhiệt.

Cách xác định hệ số ổn định nhiệt bề mặt của lớp kết cấu "dày" và lớp kết cấu "mỏng" khác nhau, tuy chúng cùng là một loại vật liệu.

1. Lớp kết cấu dày, $D_i \geq 1$:

$$Y_i = S_i \quad (4.9)$$

2. Lớp kết cấu mỏng, $D_i < 1$:

- Nếu cộng thêm lớp tiếp theo, kết cấu trở thành "dày" ($D_i + D_{i+1} > 1$) thì:

$$Y_i = \frac{R_i S_i^2 + S_{i+1}}{1 + R_i S_{i+1}} \quad (4.10)$$

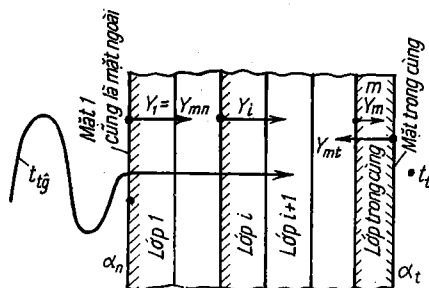
- Nếu cộng thêm lớp tiếp theo mà kết cấu vẫn là "mỏng" ($D_i + D_{i+1} < 1$) thì:

$$Y_i = \frac{R_i S_i^2 + Y_{i+1}}{1 + R_i Y_{i+1}} \quad (4.11)$$

Thứ tự các lớp (chỉ số $i, i + 1 \dots$) được đánh số theo chiều dòng nhiệt tức là về mùa nóng từ ngoài vào trong (hình 4.2).

3. Nếu toàn bộ kết cấu là "mỏng", $\sum D_i < 1$:

Bắt đầu tính từ lớp trong cùng (lớp thứ m , hình 4.2). Hệ số ổn định nhiệt của mặt ngoài lớp trong cùng như sau:



Hình 4.2: Thứ tự các lớp và các hệ mặt trong kết cấu

$$Y_m = \frac{R_m S_m^2 + \alpha_t}{1 + R_m \alpha_t}; \quad (4.12)$$

α_t - hệ số trao đổi nhiệt ở mặt trong kết cấu.

4. Đối với lớp không khí kín nằm trong kết cấu. Vì hệ số hàm nhiệt của không khí rất nhỏ ($S_k \approx 0$) nên theo công thức (4.11) ta có hệ số ổn định nhiệt bề mặt lớp không khí lớp thứ k là:

$$Y_k = \frac{Y_{k+1}}{1 + R_k Y_{k+1}}; \quad (4.13)$$

R_k - nhiệt trở của lớp không khí kín, lấy theo bảng 3.2.

5. Hệ số ổn định nhiệt của mặt ngoài cửa sổ và của các kết cấu ngăn che mỏng, nhẹ tương tự, xác định như sau:

$$Y_c = \frac{\alpha_t}{1 + R_c \alpha_t}; \quad (4.14)$$

R_c - nhiệt trở của cửa.

Ví dụ 4.1. Xác định hệ số ổn định nhiệt bề mặt ngoài các lớp của tường 3 lớp: lớp ngoài cùng - lớp 1 - là tấm ốp mặt bằng fibrô-ximăng với $S_1 = 5,1$. $R_1 = 0,05$; lớp thứ 2 là tầng không khí, có $R_2 = R_k = 0,20$; lớp thứ 3 (lớp trong cùng) bằng bê tông bọt, có $S_3 = 2,37$ và $R_3 = 0,6$.

Giải:

Trước tiên cần tính chỉ tiêu nhiệt quán tính D_i của các lớp, xác định lớp là "mỏng" hay "dày" về phương diện dao động nhiệt, để chọn lựa công thức tính hệ số ổn định nhiệt bề mặt tương ứng.

Theo công thức (4.8)

$D_1 = R_1 S_1 = 0,05 \cdot 5,1 = 0,255 < 1$, vậy lớp 1 là lớp "mỏng".

$D_2 = R_k S_k \approx 0$ (vì $S_k \approx 0$), lớp 2 (tầng không khí) cũng là lớp "mỏng".

$D_3 = R_3 S_3 = 0,6 \cdot 2,37 = 1,422 > 1$, lớp 3 là lớp "dày".

Vì lớp 1 (lớp ốp ngoài) và lớp 2 (tầng không khí) đều "mỏng", hệ số ổn định nhiệt bề mặt của chúng sẽ chịu ảnh hưởng của lớp 3, nên việc tính hệ số ổn định nhiệt bề mặt các lớp phải bắt đầu từ lớp 3.



Theo công thức (4.9) với điều kiện $D_3 > 1$ có:

$$Y_3 = S_3 = 2,37$$

Theo công thức (4.13) có:

$$Y_2 = \frac{Y_3}{1 + R_k Y_3} = \frac{2,37}{1 + 0,2.2,37} = 1,61$$

Theo công thức (4.11) hệ số ổn định nhiệt mặt ngoài lớp 1, cũng là mặt ngoài kết cấu, là:

$$Y_n = Y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2} = \frac{0,05.5,1^2 + 1,61}{1 + 0,05.1,61} = 2,69$$

Hệ số tắt dần ν và độ trễ dao động ε . Sau khi đã có trị số Y của các lớp, ta tính hệ số tắt dần dao động ν và độ trễ dao động ε của từng lớp và toàn bộ kết cấu như sau:

Hệ số tắt dần mặt ngoài kết cấu (tính từ không khí ngoài nhà đến mặt ngoài kết cấu):

ta có:
$$Y_n = \frac{\dot{q}}{\dot{t}_n} = \frac{\alpha_n (\dot{t}_n - \dot{t}_n)}{\dot{t}_n} = \alpha_n (\nu_n - 1) :$$

nên
$$\nu_n = \frac{\dot{t}_n}{\dot{t}_n} = 1 + R_n Y_n = 1 + R_n Y_1 \quad (4.15a)$$

Thời gian lệch pha bề mặt ngoài kết cấu (dao động nhiệt chậm trễ hơn):

$$\varepsilon_n = \arctg \frac{Y_n}{Y_n + \alpha_n \sqrt{2}} \quad (4.15b)$$

Hệ số tắt dần của lớp vật liệu thứ i của kết cấu:

$$\nu_i = e^{\frac{R_i S_i}{\sqrt{2}}} \cdot \frac{S_i + Y_{i+1}}{S_i + Y_i} \quad (4.16)$$

e - cơ số của lôgarit tự nhiên.

Hệ số tắt dần của lớp không khí kín, tương tự công thức (4.15a):

$$\nu_k = 1 + R_k Y_k \quad (4.17)$$

Hệ số tắt dần của toàn bộ kết cấu (tính từ không khí ngoài nhà đến mặt trong kết cấu) bằng tích số tất cả hệ số tắt dần của các lớp kết cấu, tức là:

$$v_o = 0,9 e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} (1 + R_n Y_1)(1 + R_k Y_k) \frac{S_1 + Y_2}{S_1 + Y_1} \dots \frac{S_i + Y_{i+1}}{S_i + Y_i} \dots \frac{S_m + \alpha_t}{S_m + Y_m} \quad (4.18)$$

Hệ số 0,9 trong công thức (4.18) kể đến sự lệch pha giữa dao động dòng nhiệt và dao động nhiệt độ các lớp, chỉ số m biểu thị đó là lớp trong cùng của kết cấu (hình 4.2).

Công thức (4.18) do A.M.Sklover [13] thành lập với nhiều điều kiện gần đúng để đơn giản hoá, nhưng áp dụng trong thực tế thiết kế vẫn còn phức tạp. Vì vậy V.N. Bogoslovski [2] kiến nghị phương pháp đơn giản hơn nữa.

Lấy gần đúng $e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \approx 2^D$. Tích của các số hạng $0,9 (1 + R_n Y_1 \dots \frac{S_i + Y_{i+1}}{S_i + Y_i} \dots \frac{S_m + \alpha_t}{S_m + Y_m}) = \varphi$, với điều kiện gần đúng, coi các lớp kết cấu đều "dày", tức là:

$$Y_1 \approx S_1, \quad Y_m \approx S_m, \quad Y_i \approx S_i, \text{ sẽ có} \quad \varphi = 0,45 \left(1 + SR_n + \frac{1}{SR_t} + \frac{R_n}{R_t} \right) \quad (4.19)$$

S - hệ số hàm nhiệt của vật liệu tính trung bình cho toàn bộ kết cấu.

$$S = \frac{\sum R_i S_i}{\sum R_i} = \frac{D}{\sum R_i}$$

Áp dụng vào điều kiện mùa nóng ở Việt Nam, với trị số $\alpha_n = 15$, $\alpha_t = 7,5$ ta có:

$$\varphi = 0,675 + 0,03S + \frac{3,48}{S} \approx 0,8 + \frac{3,5}{S} \quad (4.20)$$

Do đó, hệ số tắt dần của toàn bộ kết cấu:

$$v_o = 2^D \left(0,8 + 3,5 \frac{\sum R}{D} \right) v_1 v_k \quad (4.21)$$

Trong công thức trên v_k là hệ số kể đến ảnh hưởng của tầng không khí kín làm tăng hệ số tắt dần dao động nhiệt của kết cấu:

$$v_k = 1 + 0,5 R_k \frac{D}{\sum R} \quad (4.22)$$

Nếu kết cấu ngăn che không có tầng không khí kín thì $v_k = 1$.

Hệ số hiệu chỉnh v_1 kể đến ảnh hưởng của thứ tự các lớp trong kết cấu. Nếu chỉ xét hai lớp chính của kết cấu là lớp cách nhiệt và lớp kết cấu chịu lực thì v_1 xác định như sau:

$$v_1 = 0,85 + 0,15 \frac{S_2}{S_1} ; \quad (4.23)$$

S_1, S_2 - hệ số hàm nhiệt của vật liệu hai lớp trên, thứ tự tính theo hướng của sóng nhiệt.

V.N.Bogoslovski kiến nghị công thức gần đúng để tính độ lệch pha của dao động nhiệt truyền qua kết cấu như sau:

$$\varepsilon_0 = 2,7D - 0,4, \text{ giờ} \quad (4.24)$$

Khi sử dụng các công thức (4.21) và (4.24) cần chú ý một số trường hợp riêng:

1. Hệ số tắt dần dao động nhiệt của kết cấu với tổng nhiệt trở R_0 sẽ nhỏ nhất nếu như nhiệt dung C của vật liệu rất nhỏ (xấp xỉ bằng 0), hay là chu kỳ dao động rất lớn ($T \approx \infty$) và nó được xác định như sau:

$$v_{\min} = \frac{R_0}{R_t} \quad (4.25a)$$

Trong trường hợp này dao động nhiệt truyền qua kết cấu sẽ không có hiện tượng chậm pha, tức là $\varepsilon = 0$, nhiệt độ mặt trong kết cấu biến thiên đồng thời với nhiệt độ không khí ngoài nhà. Vậy có điều kiện $v_0 \geq R_0/R_t$.

2. Khi $D < 1,5$ không nên dùng công thức (4.23). Khi đó hệ số v tính theo công thức gần đúng, thiết lập từ phương pháp "hiệu số mắt lưới" như sau:

$$v_0 = v_{\min} + [(0,8 + 1,15 \sum R) v_k v_1 - 0,16 v_{\min}] D^2 \quad (4.25b)$$

Khi đã biết v_0 và ε_0 , có thể xác định nhiệt độ mặt trong kết cấu ở thời điểm Z bất kỳ theo công thức:

$$\tau_t = \tau_{t, tb} + \frac{A_{t_n}}{v_o} \cos \frac{2\pi}{T} (Z - Z_{t_n}^{\max} - \varepsilon_o), \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (4.26)$$

$\tau_{t, tb}$ - trị số trung bình của nhiệt độ mặt trong kết cấu, xác định theo công thức (3.25).

Ví dụ 4.2. Xác định hệ số tắt dần và độ trễ dao động nhiệt của mái có cấu tạo từ trên xuống: lớp 1 - ngói xi măng lưới thép $d = 2\text{cm}$; lớp 2 - tầng không khí kín $d = 5\text{cm}$; lớp 3 - bê tông bọt $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ và $d = 10\text{cm}$; lớp 4 - bản đáy panen bê tông cốt thép $d = 3\text{cm}$.

Giải: Tra phụ lục 5, có $\lambda_1 = 1,75 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$;

$S_1 = 14,13 \text{ kcal/m}^2.\text{h.}^\circ\text{C}$; $\lambda_3 = 0,35$, $S_3 = 4,25$; $\lambda_4 = 1,75$; $S_4 = 14,13$.

$$\text{Nhiệt trở các lớp } R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{1,75} = 0,011;$$

$$R_2 = R_k = 0,2 \text{ (tra theo bảng 3.2)}$$

$$R_3 = \frac{0,1}{0,35} = 0,286, \quad R_4 = \frac{0,03}{1,75} = 0,017.$$

$$\Sigma R = 0,011 + 0,2 + 0,286 + 0,017 = 0,514$$

Quán tính nhiệt của các lớp $D_1 = R_1 S_1 = 0,011 \cdot 14,13 = 0,155$;

$$D_2 = 0; \quad D_3 = 0,286 \cdot 4,25 = 1,215; \quad D_4 = 0,017 \cdot 14,13 = 0,240$$

$$D = \sum_{i=1}^4 D_i = 0,155 + 1,215 + 0,240 = 1,61$$

$D > 1,5$ nên theo công thức (4.21) hệ số tắt dần dao động của kết cấu bằng:

$$v_o = 2^D \left(0,8 + 3,5 \frac{\Sigma R}{D} \right) v_1 v_k = 2^{1,62} \left(0,8 + 3,5 \frac{0,514}{1,61} \right) 1,35 \cdot 1,31 = 10,4 \text{ lần,}$$

trong đó theo công thức (4.23) có $v_1 = 0,85 + 0,15 \cdot \frac{14,13}{4,25} = 1,35$, và theo

$$\text{công thức (4.22) có } v_k = 1 + 0,5 \cdot 0,2 \frac{1,61}{0,514} = 1,31$$

Theo công thức (4.24), độ trễ dao động bằng:

$$\varepsilon_o = 2,7D - 0,4 = 2,7 \cdot 1,61 - 0,4 = 4 \text{ giờ}$$

4.2. TRUYỀN NHIỆT DAO ĐỘNG QUA KẾT CẤU NGĂN CHE TRONG ĐIỀU KIỆN MÙA NÓNG

Trong mùa nóng, ngoài tác dụng của nhiệt độ không khí bề mặt kết cấu ngăn che còn chịu tác dụng của bức xạ mặt trời. Do đó lượng nhiệt do 1m^2 bề mặt kết cấu nhận được từ môi trường ngoài nhà tính trong 1 giờ sẽ là:

$$q = \alpha_n (t_n - \tau_n) + \rho I, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h};$$

hay:
$$q = \alpha_n \left(t_n + \frac{\rho I}{\alpha_n} - \tau_n \right) \cdot \text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}, \quad (4.27)$$

ρ - hệ số hút bức xạ mặt trời của bề mặt kết cấu (phụ lục 6);

I - cường độ bức xạ mặt trời chiếu lên mặt kết cấu $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$

A.M.Sklover đưa ra khái niệm nhiệt độ tổng ngoài nhà, mà tác dụng của nó tương đương với tổng tác dụng của nhiệt độ không khí và bức xạ mặt trời lên bề mặt kết cấu, để đưa bài toán truyền nhiệt dưới tác dụng của hai yếu tố bức xạ và nhiệt độ thành bài toán đơn giản: truyền nhiệt dưới tác dụng của một yếu tố nhiệt độ tổng ngoài nhà.

Công thức định nghĩa để xác định nhiệt độ tổng là:

$$t_{tg} = t_n + \frac{\rho I}{\alpha_n} \quad (4.28)$$

Đại lượng $\frac{\rho I}{\alpha_n}$ gọi là nhiệt độ tương đương, kí hiệu t_{td} .

Đưa công thức (4.28) vào công thức (4.27), có:

$$q = \alpha_n (t_{tg} - \tau_n) \quad (4.29)$$

Đó là dạng công thức tính truyền nhiệt chính tắc, tương tự các công thức tính truyền nhiệt đã nghiên cứu ở trên, như (3.20) (3.21), (3.22). Do đó tất cả các công thức tính truyền nhiệt qua kết cấu dưới tác dụng của chênh lệch nhiệt độ giữa không khí trong và ngoài nhà đều có thể áp dụng vào trường hợp này với điều kiện thay đại lượng nhiệt độ không khí ngoài nhà (t_n) trong các công thức đó bằng đại lượng nhiệt độ tổng (t_{tg}).

Nhiệt độ không khí ngoài nhà cũng như bức xạ mặt trời đều biến thiên theo thời gian với chu kỳ dao động 1 ngày đêm, nhưng chúng không phải là dao động điều hoà (biến thiên của chúng không hoàn toàn theo luật hàm cosin). Vì vậy, muốn vận dụng các công thức tính truyền nhiệt dao động tắt

dẫn truyền qua kết cấu đã trình bày ở trên, trước hết phải dùng phương pháp chuỗi Furiê để phân dao động tổng ngoài nhà thành một tập hợp gồm n các dao động điều hoà thành phần, với các chu kỳ dao động $T_i = \frac{24}{i}$, $i = 1, 2, 3 \dots n$. Qua kinh nghiệm tính toán, ta thấy để đảm bảo sai số tính dưới 1%, số dao động thành phần phải ≥ 12 .

Những quan sát thực tế cho thấy kết cấu ngăn, che, do quán tính nhiệt của nó, có khả năng làm cho những dao động nhiệt độ tổng hợp không điều hoà truyền càng sâu trong nội bộ kết cấu càng trở nên gần với dao động điều hoà (người ta gọi đó là khả năng "lọc dao động" của kết cấu). Đồng thời với sai số tính toán thực tế cho phép khoảng 5 - 10% thì trong tính toán truyền nhiệt trong mùa hè người ta có thể coi gần đúng nhiệt độ tổng là dao động điều hoà với chu kỳ $T = 24$ giờ, tức là:

$$t_{lg} = t_{lg.tb} + A_{t,lg} \cos \frac{2\pi}{24} (Z - Z_{t,lg}^{\max}) \quad (4.30)$$

Ba đại lượng đặc trưng của nhiệt độ tổng được xác định:

$$\text{- Trị số trung bình - } t_{lg.tb} = t_{n.tb} + \frac{\rho I_{tb}}{\alpha_n}; \quad (4.31a)$$

$$\text{- Biên độ dao động - } A_{t,lg} = \left(A_{tn} + \frac{\rho}{\alpha_n} \cdot A_I \right) \psi; \quad (4.31b)$$

$$\text{- Thời điểm xuất hiện trị số cực đại } Z_{t,lg}^{\max} = Z_I^{\max} \pm \sigma; \quad (4.31c)$$

$t_{n.tb}$, A_{tn} - trị số trung bình và biên độ dao động của nhiệt độ không khí ngoài nhà, đối với khu vực Hà Nội có thể lấy theo bảng 1.4;

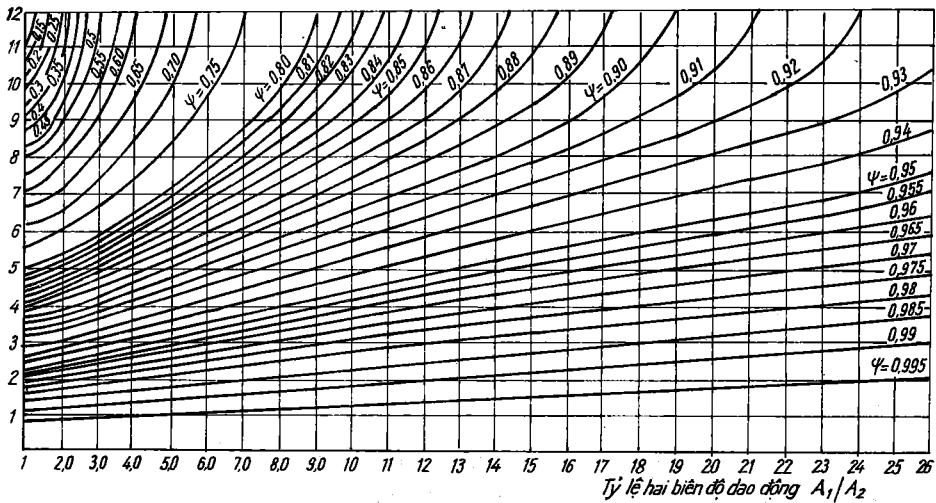
I_{tb} , A_I - trị số trung bình và biên độ dao động của bức xạ mặt trời chiếu lên mặt kết cấu, đối với khu vực Hà Nội có thể lấy theo bảng 1.1;

$Z_I^{\max}$ - nếu $A_{tn} > \frac{\rho}{\alpha_n} A_I$ thì $Z_I^{\max}$ là thời điểm cực đại của nhiệt độ không khí (≈ 15 giờ chiều), ngược lại thì $Z_I^{\max}$ là thời điểm cực đại của bức xạ chiếu lên mặt kết cấu ($Z_I^{\max}$);

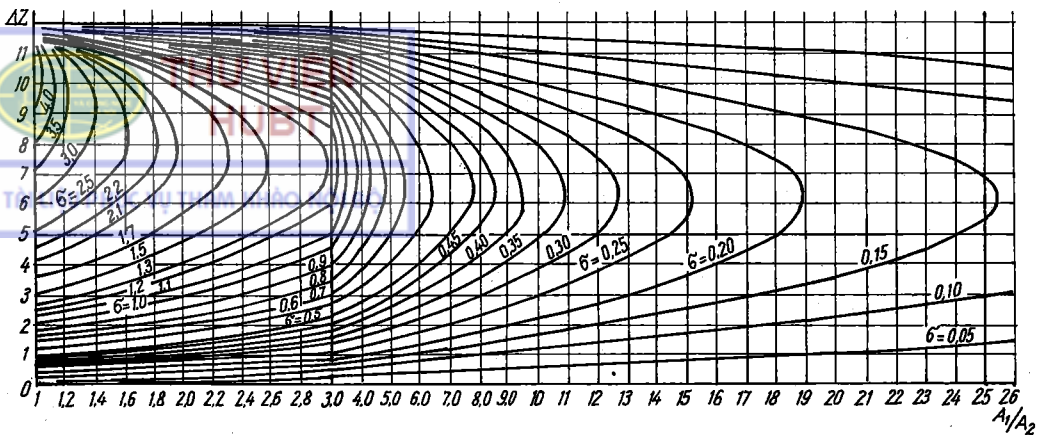
ψ , σ - Hệ số hiệu chỉnh khi cộng hai dao động điều hoà, phụ thuộc tỉ lệ biên độ và độ lệch pha của hai dao động, tra theo biểu đồ hình 4.3a và 4.3b,

cách chọn dấu (+) hay (-) trước số hạng σ là làm sao cho $Z_{t.tg}^{\max}$ luôn luôn nằm giữa $Z_{in}^{\max}$ và $Z_l^{\max}$.

Khi đã xác định được ba đặc trưng của nhiệt độ tổng ngoài nhà và nhiệt trở, hệ số tắt dần và độ trễ của kết cấu, ta có thể tính nhiệt độ mặt trong và lượng nhiệt truyền qua kết cấu:



Hình 4.3a: Hệ số hiệu chỉnh ψ khi cộng hai dao động điều hoà



Hình 4.3b. Hệ số hiệu chỉnh σ khi xác định thời điểm cực đại của tổng hai dao động điều hoà

$$\tau_{t.tb} = t_{tg.tb} - \frac{t_{tg.tb} - t_{t.tb}}{R_o} (R_n + \sum R) ; ^\circ C \quad (4.32a)$$

$$A\tau_t = \frac{At_{tg}}{v_o} ; ^\circ C ; \quad (4.32b)$$

$$t_t^{max} = \tau_{t.tb} + A\tau_t , ^\circ C ; \quad (4.32c)$$

$$q_{tb} = \frac{t_{tg.tb} - t_{t.tb}}{R_o} , kcal/m^2.h ; \quad (4.33a)$$

$$A_q = \alpha_t \frac{At_{tg}}{v_o} , kcal/m^2.h ; \quad (4.33b)$$

$$q_{max} = q_{tb} + A_q ; \quad (4.33c)$$

$$Z_{\tau_1}^{max} = Z_q^{max} = Z_{t.tg}^{max} + \varepsilon_o , \text{ giờ} \quad (4.33d)$$

Biên độ dao động của nhiệt độ mặt ngoài kết cấu:

$$A\tau_n = \frac{At_{tg}}{v_n} ; ^\circ C ; \quad (4.34)$$

trị số v_n xác định theo công thức (4.15)

Nhiệt độ trung bình ở bề mặt các lớp kết cấu xác định theo công thức tương ứng với truyền nhiệt ổn định (3.31) tức là:

$$\tau_{i.tb} = t_{tg.tb} - \frac{t_{tg.tb} - t_{t.tb}}{R_o} \left(R_n + \sum_{i=1}^i R \right) ; \quad (4.35)$$

Ví dụ 4.3. Tính truyền nhiệt qua mái nhà ở trong điều kiện mùa nóng, cấu tạo mái đã cho trong ví dụ 4.2. Độ dốc mái khá nhỏ, có thể xem như mái bằng. Địa điểm xây dựng là Hà Nội. Nhiệt độ trung bình ở trong nhà $t_{tb} = 29^\circ C$.

Giải:

1. Tính nhiệt độ tổng: Đối với nhà ở, có thể lấy số liệu khí hậu ngoài nhà ứng với hệ số bảo đảm $K_{bd} = 0,9$.

Theo bảng 1.4a, ta có $t_{n.tb} = 30,3^\circ C$; $A_m = 4,1^\circ C$, và theo bảng 1.1 có $I_{tb} = 366 kcal/m^2.h$; $A_1 = 741$; $Z_1^{max} = 12$ giờ, $v = 2,2m/s$.

Vì mặt mái là ngói xi măng lưới thép, nên hệ số hút bức xạ $\rho = 0,65$ (phụ lục 6).

Theo công thức (3.30), có hệ số trao đổi nhiệt mặt ngoài mái $\alpha_n = 7,5 + 2,2.22 = 12,3$. Hệ số trao đổi nhiệt ở mặt trong mái $\alpha_i = 7,5$ (vì là nhà mở cửa thông gió).

Theo công thức (4.31) có:

$$t_{tg.tb} = 30,3 + \frac{0,65 \cdot 366}{12,3} = 49,3^\circ \text{C} ;$$

$$At_{tg} = \left(4,1 + \frac{0,65}{12,3} 741 \right) 0,97 = 41,3^\circ \text{C} ;$$

$$Z_{t.tg}^{\max} = 12 + 0,27 = 12,27 \text{ giờ.}$$

Các trị số φ và σ tra trên biểu đồ hình 4.3 ứng với tỉ số $\frac{\rho}{\alpha_n} A_r/A_m$
 $= \frac{38,5}{4,1} = 9,4$; $\Delta Z = 15 - 12 = 3$ giờ, nên $\varphi = 0,97$ và $\sigma = 0,27$ giờ.

2. Tổng nhiệt trở của mái ($\sum R = 0,514$ - theo ví dụ 4.2)

$$R_o = R_n + \sum R + R_t = \frac{1}{12,3} + 0,514 + \frac{1}{7,5} =$$

$$= 0,081 + 0,514 = 0,595 = 0,595$$

3. Hệ số tắt dần và độ trễ dao động của mái: theo kết quả tính ở ví dụ 4.2 có $v_o = 10,4$ lần và $\epsilon_o = 4$ giờ.

4. Nhiệt độ mặt trong mái, theo công thức (4.32):

$$\tau_{t.tb} = 49,3 - \frac{49,3 - 29}{0,728} (0,081 + 0,514) = 32,7^\circ \text{C} ;$$

$$A\tau_t = \frac{A_{t.tg}}{v_o} = \frac{41,3}{10,4} = 3,97^\circ \text{C} ;$$

$$Z_{tt}^{\max} = 12,27 + 4 = 16,27 \text{ giờ} = 16 \text{ giờ } 16' .$$

5. Giả sử xác định nhiệt độ mặt trong mái lúc 17 giờ, ta có:

$$\tau_{t.z=17} = \tau_{t.tb} + A\tau_t \cos \frac{2\pi}{T} (Z - Z_{tt}^{\max}) =$$

$$= 32,7 + 3,97 \cos \frac{360}{24} (17 - 16,27) = 36,5^\circ \text{C}$$

6. Nhiệt độ mặt ngoài mái trung bình:

$$\tau_{n.tb} = t_{tg.tb} - \frac{t_{tg.tb} - t_{t.tb}}{R_o} \times R_n = 49,3 - \frac{49,3 - 29}{0,728} \cdot 0,081 \approx 47^\circ \text{C}$$

Để xác định biên độ dao động nhiệt độ mặt ngoài mái, trước hết phải tính các hệ số ổn định nhiệt các bề mặt.

Vì lớp bê tông bọt có $D_3 = 1,215$, nên $Y_3 = S_3 = 4,25$.

Đối với bề mặt tầng không khí, theo công thức (4.13):

$$Y_2 = Y_k = \frac{Y_3}{1 + R_K \cdot Y_3} = \frac{4,25}{1 + 0,2 \cdot 4,25} = 2,2$$

Hệ số ổn định nhiệt bề mặt ngoài mái theo công thức (4.11):

$$Y_n = Y_l = \frac{R_l \cdot S_l^2 + Y_2}{1 + R_l \cdot Y_2} = \frac{0,011 \cdot 14,13^2 + 2,2}{1 + 0,011 \cdot 2,2} = 4,1$$

Do đó, theo công thức (4.15) có:

$$v_n = 1 + R_n Y_l = 1 + 0,081 \cdot 4,1 = 1,33$$

Biên độ dao động của nhiệt độ mặt ngoài mái:

$$A\tau_n = \frac{At_{tg}}{v_n} = \frac{41,3}{1,33} = 31^\circ \text{C}$$

Do đó $\tau_n^{\max} = \tau_{n.tb} + A\tau_n = 47 + 31 = 78^\circ \text{C}$

7. Nhiệt lượng truyền qua mái vào phòng theo công thức (4.33):

$$q_{tb} = \frac{49,3 - 29}{0,728} = 27,9 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h};$$

$$A_q = 7,5 \cdot 3,97 = 29,78 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h};$$

$$q_{\max} = 27,9 + 29,78 = 57,68 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}.$$

4.3. TRUYỀN NHIỆT DAO ĐỘNG QUA KẾT CẤU CÓ TẦNG KHÔNG KHÍ LƯU THÔNG

Một trong những biện pháp nâng cao hiệu quả cách nhiệt chống nóng là thiết kế kết cấu ngăn che có tầng không khí lưu thông. Ở nước ta cũng như ở các nước nhiệt đới khác, mái có tầng không khí lưu thông được sử dụng rất rộng rãi. Đôi khi cũng sử dụng tầng không khí lưu thông trong tường phía đông, tây. Loại kết cấu ngăn che này có ưu điểm: ban ngày cách nhiệt tốt, ban đêm nguội nhanh, trọng lượng mái lại nhẹ, tiết kiệm vật liệu xây dựng. Số liệu thí nghiệm tại hiện trường cho thấy: trong cùng một điều kiện khí hậu như nhau, lượng nhiệt truyền qua mái có tầng không khí lưu thông nhỏ

hơn khoảng 3 lần so với lượng nhiệt truyền qua mái đặc, còn biên độ dao động nhiệt của nó thì nhỏ hơn khoảng 4 lần.

Tính nhiệt dao động truyền qua mái có tầng không khí lưu thông là một vấn đề phức tạp.

Dưới đây giới thiệu một phương pháp tính gần đúng [19].

Từ hình 4.4 ta thấy bề mặt trên của phần trong của mái có hai lượng nhiệt tác dụng: lượng nhiệt từ tầng không khí lưu thông trong mái trao đổi dưới dạng đối lưu và lượng nhiệt bức xạ từ bề mặt dưới của phần ngoài của mái. Vì vậy, lượng nhiệt do mặt trên phần trong của mái nhận được là:

$$q = \alpha_b (t_2 - t_3) + \alpha_d (t_k - t_3) \quad (4.36a)$$

Đặt $\frac{\alpha_b t_2 + \alpha_d t_k}{\alpha_k} = t_{td}$ là nhiệt độ tác dụng của tầng không khí lưu

thông, ta có: $q = \alpha_k (t_{td} - t_3)$;

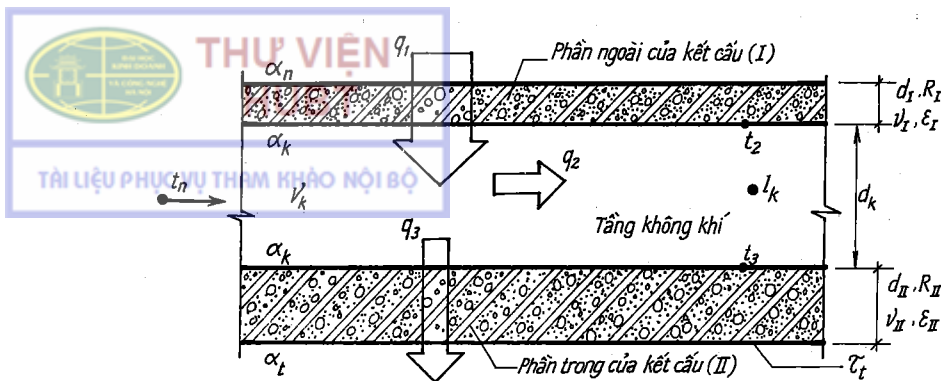
α_b, α_d - hệ số trao đổi nhiệt bằng bức xạ và bằng đối lưu trong tầng không khí;

$\alpha_k = \alpha_d + \alpha_b$ - hệ số trao đổi nhiệt trong tầng không khí.

Trong điều kiện thông thường, có thể lấy $\alpha_b = 4,8 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$,

$$\alpha_d = 3 \cdot d_k^{-0.2} v_k^{0.8}, \quad (4.37)$$

trong đó d_k và v_k là chiều dày và tốc độ của tầng không khí lưu thông.



Hình 4.4: Sơ đồ tính truyền nhiệt qua kết cấu có tầng không khí lưu thông

Phương trình (4.36) cho ta liên tưởng tới các phương trình tương tự của nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà do A.M.Sklover đề nghị, để tính nhiệt truyền qua kết cấu đặc khi có tác dụng của bức xạ mặt trời (công thức 4.27 và 4.28).

Do đó, tính toán nhiệt truyền qua toàn bộ mái có tầng không khí lưu thông có thể rút gọn thành tính toán nhiệt truyền qua phần trong kết cấu dưới tác động của nhiệt độ tác dụng (t_{td}) của tầng không khí lưu thông trong mái. Khi đã biết nhiệt độ tác dụng của tầng không khí thì sự tính toán truyền nhiệt dao động đi qua phần trong của mái hoàn toàn giống như tính toán nhiệt dao động truyền qua kết cấu thông thường theo các công thức đã trình bày trong mục 4.2. Khi đó chỉ cần thay nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà bằng nhiệt độ tác dụng của tầng không khí lưu thông, thay hệ số tắt dần v_o và nhiệt trở R_o bằng hệ số tắt dần v_{II} và nhiệt trở R_{II} của phần trong kết cấu.

Trị số trung bình, biên độ dao động và thời điểm xuất hiện trị số cực đại của nhiệt độ tác dụng của tầng không khí xác định như sau:

$$t_{td.tb} = \frac{\alpha_b \cdot t_{2.tb} + \alpha_d \cdot t_{k.tb}}{\alpha_k}; \quad (4.38a)$$

$$At_{td} = \frac{\alpha_d}{\alpha_k} \left(At_k + \frac{\alpha_b}{\alpha_d} At_2 \right) \psi, \quad (4.38b)$$

$$Z_{t,td}^{max} = Z_{tn}^{max} \pm \sigma \quad (4.38c)$$

$t_{2.tb}$ và At_2 - trị số trung bình và biên độ dao động của nhiệt độ mặt dưới của phần ngoài kết cấu;

$t_{k.tb}$ và At_k - như trên, của nhiệt độ không khí trong tầng không khí lưu thông;

Z_{tn}^{max} - thời điểm xuất hiện trị số cực đại của nhiệt độ không khí ngoài nhà;

ψ và σ - hệ số hiệu chỉnh khi cộng dao động, tra theo biểu đồ hình 4.3

Thiết lập và giải hệ phương trình vi phân cân bằng nhiệt cho vi phân kết cấu, với sự áp dụng lý thuyết ổn định nhiệt vào trường hợp này, được công thức tính toán cuối cùng (tài liệu [19]):

$$t_{k.tb} = t_a - \frac{t_a - t_{n.tb}}{ml} (1 - e^{-mh}); \quad (4.39a)$$

$$At_k = \frac{\alpha_d \cdot A_{t2} + \frac{0,24G}{F} At_n}{2\alpha_d + \frac{0,24G}{F}} \quad (4.39b)$$

$$Z_{tk}^{max} \approx Z_{tn}^{max} \quad (4.39c)$$

$$t_{2.tb} = a_1 t_{k.tb} + a_2 ; \quad (4.40a)$$

$$At_2 = \frac{At_{tg}}{v_I} ; \quad (4.40b)$$

$$Z_{t2}^{max} \approx Z_{t,tg}^{max} + \varepsilon_I ; \quad (4.40c)$$

Trong các công thức trên:

l - chiều dài của tầng không khí (m);

G - lượng không khí lưu thông qua tầng không khí, tính trên 1 mét theo chiều ngang của tầng không khí.

$$G = 3600\gamma \cdot d_k \cdot v_k ; \text{ kg/h}$$

F - diện tích bề mặt tầng không khí lưu thông (m^2) tính trên 1m theo chiều ngang của tầng không khí;

γ, v_k - trọng lượng riêng và tốc độ chuyển động trung bình của không khí trong tầng không khí;

d_k - chiều dày tầng không khí;

v_I, ε_I - hệ số tắt dần và độ trễ dao động của phần ngoài (phần I) của kết cấu.

Để xác định các trị số t_a, t_1, t_2 và m trong các công thức trên ta lần lượt tính các hằng số:

$$C_1 = K_I (K_{II} + \alpha_d + 2\alpha_b) ;$$

$$C_2 = K_{II} (K_I + \alpha_d + 2\alpha_b) ;$$

$$C_3 = (K_I + \alpha_d + \alpha_b) \cdot (K_{II} + \alpha_d + \alpha_b) - \alpha_b^2 ;$$

$$C_4 = \alpha_d (K_I + K_{II} + 2\alpha_d + 4\alpha_b) ;$$

$$C_5 = K_I (K_{II} + \alpha_d + \alpha_b) ;$$

$$C_6 = \alpha_d (K_{II} + \alpha_d + 2\alpha_b) ;$$

$$K_I = \frac{1}{R_I + R_n} ; K_{II} = \frac{1}{R_{II} + R_t} ;$$

R_I, R_{II} - nhiệt trở của phần ngoài và phần trong của kết cấu (hình 4.4)

$$a = 2 - \frac{C_4}{C_3}; b = \frac{C_1 t_{tg.tb} + C_2 t_{t.tb}}{C_3};$$

$$t_a = \frac{b}{a}; m = \frac{a \cdot \alpha_d}{0,24G};$$

$$a_1 = \frac{C_6}{C_3}; a_2 = \frac{\alpha_d \cdot K_{II} \cdot t_{t.tb} + C_5 t_{tg.tb}}{C_3};$$

Thay các trị số đặc trưng t_k và t_2 vào công thức (4.38) ta xác định được nhiệt độ tác dụng của tầng không khí. Sau đó, tính nhiệt độ mặt trong của kết cấu và lượng nhiệt truyền qua kết cấu theo các công thức:

$$\tau_{t.tb} = t_{td.tb} - \frac{t_{td.tb} - t_{t.tb}}{R_{II,0}} (R_k + R_{II}); ^\circ C; \quad (4.41a)$$

$$A\tau_t = \frac{At_{td}}{v_{II}}; ^\circ C; \quad (4.41b)$$

$$Z_{\tau_t}^{\max} = Z_{t,td}^{\max} + \varepsilon_{II} = Z_q^{\max}, \text{ giờ}; \quad (4.41c)$$

$$q_{tb} = \frac{1}{R_{II,0}} (t_{td.tb} - t_{t.tb}), \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}; \quad (4.42a)$$

$$Aq = \alpha_t A\tau_t; \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}; \quad (4.42b)$$

v_{II} và ε_{II} - hệ số tắt dần và độ trễ dao động phần trong (phần II) của kết cấu;

$R_{II,0}$ - tổng nhiệt trở của phần trong kết cấu:

$$R_{II,0} = R_I + R_{II} + \frac{1}{\alpha_k} \quad (4.43)$$

Ví dụ 4.4: Tính nhiệt độ mặt trong mái và nhiệt truyền qua mái vào phòng. Cấu tạo mái từ trên xuống: lớp 1: ngói xi măng lưới thép $d_1 = 0,02\text{m}$; lớp 2: tầng không khí lưu thông $d_k = 0,2\text{m}$; lớp 3: bê tông bọt $d_3 = 0,1\text{m}$; lớp 4: bản đáy của panen chịu lực $d_4 = 0,03\text{m}$ (tương tự như ví dụ 4.2). Chiều dài tầng không khí (tức là chiều rộng của mái) $l = 10\text{m}$. Tốc độ chuyển động trung bình của không khí trong tầng không khí $v_k = 0,3\text{m/s}$. Điều kiện khí hậu ngoài nhà và trong nhà giống như ví dụ 4.3.

Giải:

Từ kết quả tính ở ví dụ 4.3 có $t_{tg.tb} = 49,3^{\circ}\text{C}$, $At_{tg} = 41,3^{\circ}\text{C}$,
 $Z_{t.tg}^{\max} = 12,27$ giờ ; $\alpha_n = 12,3$.

1. Đặc tính nhiệt kĩ thuật của mái:

Từ kết quả tính ở ví dụ 4.2 có $R_1 = 0,011$;

$$R_{II} = R_3 + R_4 = 0,286 + 0,017 = 0,303$$

Theo công thức (4.37) có $\alpha_d = 3 \cdot 0,2^{-0,2} \cdot 0,3^{0,8} \approx 2,2$, $\alpha_b = 4,8$,

$$\alpha_k = 2,2 + 4,8 = 7 \text{ và } R_k = \frac{1}{\alpha_k} = 0,143$$

Vì phần kết cấu ngoài (lớp I) rất mỏng nên:

$$v_I \approx v_{\min} = \frac{R_{I,0}}{R_K} = \frac{0,235}{0,143} = 1,64; \quad \varepsilon_I \approx 0.$$

$$R_{I,0} = R_n + R_1 + R_k = 0,081 + 0,11 + 0,143 = 0,235$$

$$D_{II} = D_3 + D_4 = 1,215 + 0,240 = 1,455 \text{ (xem ví dụ 4.2)}$$

Theo công thức (4.21) có:

$$v_{II} = 2^{1,455} \left(0,8 + 3,5 \cdot \frac{0,303}{1,455} \right) \cdot 1,35 = 6,2 \text{ lần, trong đó}$$

$$v_I = 0,85 + 0,15 \frac{S_4}{S_3} = 0,85 + 0,15 \frac{14,13}{4,25} = 1,35;$$

$$\varepsilon_{II} = 2,7 \cdot 1,455 - 0,4 = 3,53 \text{ giờ;}$$

$$R_{II,0} = R_k + R_{II} + R_t = 0,143 + 0,303 + 0,133 = 0,579;$$

$$K_I = \frac{1}{R_I + R_n} = \frac{1}{0,011 + 0,081} = 10,9;$$

$$K_{II} = \frac{1}{R_{II} + R_t} = \frac{1}{0,303 + 0,143} = 2,5.$$

2. Xác định các hằng số của công thức:

$$C_1 = K_I (K_{II} + \alpha_d + 2\alpha_b) = 10,9 (2,5 + 2,2 + 2 \cdot 4,8) = 156;$$

$$C_2 = K_{II} (K_I + \alpha_d + 2\alpha_b) = 2,5 (10,9 + 2,2 + 2 \cdot 4,8) = 56,75.$$

Tương tự, có $C_3 = 147$; $C_4 = 81,4$; $C_5 = 103$; $C_6 = 31,5$;

$$a = 2 - \frac{C_4}{C_3} = 2 - \frac{81,4}{147} = 1,447.$$

$$b = \frac{C_1 \cdot t_{tg.tb} + C_2 \cdot t_{t.tb}}{C_3} = \frac{156.49,3 + 56,75.29}{147} = 63,5$$

$$t_a = \frac{b}{a} = \frac{63,5}{1,447} = 43,9^\circ \text{C};$$

$$G = 3600 \cdot \gamma \cdot v_k \cdot d_k = 3600 \cdot 1,15 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 248 \text{ kg/h.}$$

$$m = \frac{a \cdot \alpha_d}{0,24G} = \frac{1,447.2,2}{0,24.248} = 0,0128$$

$$a_1 = \frac{C_6}{C_3} = \frac{31,6}{147} = 0,214;$$

$$a_2 = \frac{\alpha_d \cdot K_{II} t_{ttb} + C_5 t_{tg.tb}}{C_3} = \frac{2,2.2,5.29 + 103.49,3}{147} = 35,6$$

3. Xác định nhiệt độ tác dụng của tầng không khí: trị số trung bình:

Theo công thức (4.39a), có:

$$t_{k.tb} = 43,9 - \frac{43,9 - 30,3}{0,0128.10} (1 - e^{-0,0128.10}) = 31,1^\circ \text{C.}$$

Theo công thức (4.40a) có:

$$t_{2.tb} = 0,214 \cdot 31,1 + 35,6 = 42,25^\circ \text{C.}$$

Do đó, theo công thức (4.38) có:

$$t_{td.tb} = \frac{4,8.42,25 + 2,2.31,1}{4,8 + 2,2} = 38,8^\circ \text{C.}$$

Biên độ dao động: theo công thức (4.40b) có:

$$At_2 = \frac{At_{tg}}{v_I} = \frac{41,3}{1,64} = 25,2^\circ \text{C}; Z_{t2}^{\max} = Z_{t.tg}^{\max} + \epsilon_I = 12,27 \text{ giờ}$$

Theo công thức (4.39b) có:

$$At_k = \frac{2,2.25,2 + \frac{0,24.248}{20} \cdot 4,1}{4,4 + \frac{0,24.248}{20}} = 9,2^\circ \text{C.}$$



$$Z_{tk}^{\max} \approx Z_{tn}^{\max} \approx 15 \text{ giờ}$$

Theo công thức (4.38b) có:

$$At_{td} = \frac{2,2}{7} \left(9,3 + \frac{4,8}{2,2} \cdot 25,2 \right) \cdot 0,96 = 19,4^\circ \text{C};$$

Và theo công thức (4.38c) có:

$$Z_{t.tg}^{\max} = 15 - 0,45 = 14,55 \text{ giờ};$$

trong đó: $\psi = 0,96$, $\sigma = 0,45$ giờ, tra từ biểu đồ (hình 4.3) với

$$\frac{\alpha_b}{\alpha_d} At_2 / At_k = 5,9 \text{ và } Z_{tk}^{\max} - Z_{t2}^{\max} = 2,73 \text{ giờ.}$$

4. Nhiệt độ mặt trong của mái:

Theo công thức (4.41) có:

$$\tau_{t.tb} = 38,8 - \frac{38,8 - 29}{0,579} (0,143 + 0,303) = 31,25^\circ \text{C.}$$

$$A\tau_t = \frac{19,4}{6,2} = 3,13^\circ \text{C}, \tau_t^{\max} = 31,25 + 3,13 = 34,38^\circ \text{C.}$$

$$Z_{\tau_t}^{\max} = 14,55 + 3,53 = 18,08 \text{ giờ} \approx 18 \text{ giờ } 5 \text{ phút.}$$

5. Nhiệt lượng truyền qua mái vào nhà:

Theo công thức (4.42) có;

$$q_{tb} = \frac{38,8 - 29}{0,579} = 9,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$Aq = 7,5 \cdot 3,13 = 23,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h.}$$

$$q_{\max} = 9,8 + 23,5 = 33,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h.}$$

4.4. YÊU CẦU CÁCH NHIỆT ĐỐI VỚI KẾT CẤU NGĂN CHE TRONG ĐIỀU KIỆN MÙA NÓNG

Yêu cầu cách nhiệt đối với kết cấu là tiêu chuẩn dùng để thiết kế kết cấu ngăn che. Bất cứ một tiêu chuẩn cách nhiệt nào cũng phải xuất phát từ điều kiện vệ sinh, tiện nghi, điều kiện kinh tế và kỹ thuật.

Ở miền nam nước Nga và một số nước Đông Âu khác, trước đây người ta thường quy định trị số cho phép của biên độ dao động nhiệt độ mặt trong kết cấu $[A_{\tau_t}]$ về mùa nóng bằng $1,0 - 1,5^\circ \text{C}$, hơn nữa ứng với các trị số $[A_{\tau_t}]$ người ta còn quy định mái đặc phải có hệ số tắt dần $v \geq 25$ khi nhiệt độ

ngoài nhà $t_n = 25 \sim 29^\circ\text{C}$ và $v > 35$ khi $t_n \geq 30^\circ\text{C}$ v.v... Nhưng các kết quả nghiên cứu gần đây đã chứng tỏ rằng nếu chỉ dùng hệ số v làm tiêu chuẩn thiết kế kết cấu ngăn che trong mùa nóng là chưa đủ.

Ở nước ta chưa có tiêu chuẩn thiết kế cách nhiệt. Hướng giải quyết có thể là:

1. Yêu cầu cách nhiệt đối với kết cấu bao che của nhà trong điều kiện thông gió tự nhiên [Phạm Ngọc Đăng, Tạp chí "Xây dựng", số 11, 12/1988].

Ở các nước hàn đới tiêu chuẩn cách nhiệt của kết cấu bao che được xác định từ yêu cầu chống lạnh mùa Đông.

Ở các nước nhiệt đới như nước ta, chúng tôi cho rằng: ngược lại, tiêu chuẩn cách nhiệt cần được xác định từ yêu cầu chống nóng trong mùa Hè và nói chung, nếu kết cấu bao che đã đạt yêu cầu cách nhiệt trong mùa Hè thì cũng sẽ đạt yêu cầu cách nhiệt chống lạnh trong mùa Đông. Bởi vì chênh lệch nhiệt độ giữa mặt ngoài kết cấu bao che và không khí trong nhà về mùa Hè tới $40 - 50^\circ\text{C}$, trong khi đó về mùa Đông chỉ là $5 - 10^\circ\text{C}$ (tùy theo địa phương).

Khi xây dựng tiêu chuẩn cách nhiệt cần phân biệt 3 loại công trình có chế độ sử dụng vi khí hậu khác nhau:

- Đối với nhà có quá trình sản xuất nóng, lượng nhiệt thừa do sản xuất sinh ra cần thoát ra ngoài, thì nói chung, không cần cách nhiệt ở kết cấu bao che;
- Đối với nhà có điều hòa vi khí hậu nhân tạo, kết cấu bao che cần đạt yêu cầu cách nhiệt tốt và giữ cho nhiệt độ trong nhà ổn định;
- Đối với loại nhà thoáng hở, vi khí hậu trong nhà có tính tự nhiên.

Đây là loại nhà có tính phổ biến nhất ở nước ta. Dưới đây chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu của mình về tiêu chuẩn thiết kế cách nhiệt cho kết cấu bao che loại nhà này.

Trong điều kiện mùa Hè nhiệt truyền qua kết cấu vào nhà chủ yếu do bức xạ mặt trời gây nên. Vì vậy kết cấu nằm ở phía nào có bức xạ mặt trời lớn hơn thì yêu cầu cách nhiệt cao hơn. Mái nhà chịu bức xạ mặt trời lớn nhất nên cần cách nhiệt lớn nhất.

Số liệu đo lường thực tế của chúng tôi cũng như của nhiều tác giả trong nước và ngoài nước đều chứng tỏ rằng: trong điều kiện nhà thông thoáng, nhiệt độ không khí trong nhà (t_i) chủ yếu phụ thuộc vào sự thông gió và nó

tiệm cận với nhiệt độ không khí ngoài nhà (t_n), còn ảnh hưởng của nhiệt lượng truyền qua kết cấu đối với t_l là không lớn. Lượng nhiệt này chủ yếu làm tăng nhiệt độ mặt trong của kết cấu, từ đó mặt kết cấu sẽ bức xạ nhiệt sóng dài đến cơ thể con người (chủ yếu là đầu người) gây ra cảm giác nóng khó chịu. Do đó tiêu chuẩn hay yêu cầu cách nhiệt của kết cấu bao che trong điều kiện nhà có thông gió tự nhiên là phải xuất phát từ điều kiện hạn chế sự nâng cao nhiệt độ mặt trong của kết cấu bao che, không để kết cấu bao che gây cho người ở trong nhà cảm thấy nóng do bức xạ nhiệt từ mặt kết cấu.

Kết quả đo lường thực tế ở Hà Nội. Vinh của các tác giả khác cũng đã khẳng định thêm quan điểm trên của chúng tôi là phù hợp với thực tế.

Từ đó thấy rằng tiêu chuẩn cách nhiệt của kết cấu bao che cần phải xuất phát từ điều kiện tiện nghi cục bộ như ở mục 2.4.2. đã trình bày, tức là cần bảo đảm nhiệt độ mặt trong của kết cấu không vượt quá một trị số cho phép (giới hạn trên của tiện nghi nhiệt đối với người Việt Nam).

Ở mục 2.4.2, chương 2, đã xác định được nhiệt độ tối đa cho phép của mặt trong kết cấu bao che trong mùa nóng như sau:

$$\tau_{t_{\max}}^{cf} = 29 + \frac{4}{\varphi_{ng-x}} \quad (4.44)$$

Trong đó: φ_{ng-x} - hệ số góc bức xạ giữa vi phân diện tích đầu người và diện tích mặt kết cấu bao che "x".

Từ điều kiện nhiệt độ mặt trong kết cấu bao che cực đại $\tau_{t_{\max}} = (At_{ig}/v_0)$ phải nhỏ hơn trị số nhiệt độ mặt trong cực đại cho phép ($\tau_{t_{\max}}^{cf}$, công thức (4.44), suy từ các công thức (4.32), (4.33), (4.34) và thừa nhận gần đúng rằng nhiệt độ không khí trung bình trong phòng xấp xỉ trị số trung bình của nhiệt độ không khí ngoài nhà, ta có công thức xác định nhiệt trở yêu cầu của kết cấu bao che (tường, mái) trong mùa Hè như sau:

$$R_0^{y/c} \geq \frac{R_t(t_{ig.tb} - t_{n.tb})}{\tau_{t_{\max}}^{cf} - t_n - \frac{At_{ig}}{v_0}}$$

Trong đó: R_t - nhiệt trở mặt trong kết cấu bao che;

$t_{ig.tb}$, At_{ig} - trị số trung bình và biên độ dao động của nhiệt độ tổng ngoài nhà;

$t_{n.tb}$ - nhiệt độ không khí ngoài nhà trung bình;

v_0 - hệ số tắt dần dao động nhiệt của kết cấu bao che, xác định theo công thức (4.18), (4.21).

Theo công thức (4.45) muốn tính $R_0^{y/c}$ phải giả thiết cho trước trị số hệ số tắt dần v_0 , từ trị số $R_0^{y/c}$ tính được với trị số v_0 giả thiết, ta thiết kế các lớp của kết cấu bao che, sau đó tính lại trị số v_0 và so sánh nó với trị số v_0 giả thiết ban đầu, nếu chúng khác nhau trong phạm vi $\pm 10\%$ là được. Nếu không thì cần giả thiết lại trị số v_0 và tính lặp lại, tức là phải dùng phương pháp tính thử đúng dần cho đến khi sai số giữa trị số v_0 giả thiết và trị số v_0 tính được của kết cấu dưới $\pm 10\%$ là kết thúc.

2. Đối với phòng có làm lạnh nhân tạo (Có hệ thống điều tiết không khí)

Đối với các phòng có làm lạnh nhân tạo, thường có yêu cầu chế độ nhiệt ổn định theo thời gian. Vì vậy, ngoài yêu cầu tiện nghi nhiệt như các công thức (4.44) và (4.45) ở trên, kết cấu ngăn che còn phải bảo đảm biên độ dao động của nhiệt độ mặt trong kết cấu bé hơn một trị số cho phép. Nếu thừa nhận $[A_{\tau_i}] = 1,5^\circ\text{C}$, ta có:

$$v^{yc} > \frac{At_{tg}}{1,5} \quad (4.46)$$

Ngoài ra, trong điều kiện làm lạnh nhân tạo, nhiệt trở kết cấu ngăn che cần được xác định từ điều kiện kinh tế, tức là tổng giá thành nhỏ nhất. Ở ta chưa đủ số liệu để xác định được điều kiện này.

Ví dụ 4.5: Kiểm tra cấu tạo mái như ví dụ 4.2 có đạt yêu cầu tiện nghi cục bộ hay không. Cho biết phòng cao 3m, rộng 3,6m và dài 6m. Nhiệt độ tổng ngoài nhà và nhiệt độ trong nhà tương tự như ở ví dụ 4.3. Tốc độ gió là 0,3m/s.

Giải:

Chiều cao từ đầu người đến trần $x = 3,0 - 1,6 = 1,4\text{m}$, kích thước đặc trưng của trần $l = \sqrt{3,6 \cdot 6} \approx 4,65\text{m}$.

Theo công thức (2.21) ta có hệ số góc bức xạ giữa đầu người (đứng ở giữa phòng) và mặt trần:

$$\varphi_{ng-x} = 1 - 0,8 \frac{x}{l} = 1 - 0,8 \frac{1,4}{4,65} = 0,759$$

Đưa trị số φ_{ng-x} vào công thức (2.19) ta được trị số cho phép của nhiệt độ cực đại của mặt trần:

$$[\tau_t^{\max}] = 29 + \frac{4}{\varphi_{ng-x}} = 29 + \frac{4}{0,759} = 34,28^\circ\text{C}.$$

Kết quả tính ở ví dụ (4.4) cho $\tau_t^{\max} = 34,38^\circ\text{C}$, vậy chênh lệch với trị số cho phép là:

$$\Delta\tau = 34,38 - 34,28 = 0,10^\circ\text{C} < 1^\circ\text{C}.$$

Mái đạt yêu cầu tiện nghi nhiệt cục bộ

4.5. CẤU TẠO MÁI VÀ TƯỜNG NGOÀI CÁCH NHIỆT

Như chúng ta đã biết, trong mùa lạnh ở nước ta nhiệt độ nói chung cao hơn 0°C và chỉ có các đợt rét ngắn ngày. Vì vậy để chống lạnh, kết cấu ngăn che không cần thiết kể quá dày như ở các nước xứ lạnh, nhưng phải làm kín không để gió lùa vào phòng, đồng thời cũng cần có một lớp cách nhiệt hợp lý như ở chương 2 đã trình bày.

Về mùa nóng nhiệt độ trong và ngoài nhà khi mở cửa thông thoáng khác nhau không nhiều, thường không vượt quá 2°C (đối với nhà dân dụng và phân xưởng nguội). Do đó lượng nhiệt truyền từ ngoài vào nhà chủ yếu do bức xạ mặt trời gây ra, nên cần cấu tạo kết cấu ngăn che sao cho ban ngày cách nhiệt bức xạ tốt, ban đêm lại nguội nhanh để trong nhà không cảm thấy oi bức.

Khi thiết kế cách nhiệt cho kết cấu ngăn che nhà cần chú ý hai trường hợp:

- Đối với nhà có quá trình sản xuất nóng, lượng nhiệt của thiết bị tỏa ra lớn thì nên làm kết cấu ngăn che nhẹ, mỏng, để nhiệt từ trong nhà thoát ra nhanh;

- Đối với nhà có thiết bị điều hoà nhiệt độ, để đảm bảo chế độ nhiệt ẩm bên trong ổn định như xưởng dệt, xưởng thiết bị điện tử, xưởng dụng cụ quang học v.v... lại cần làm kết cấu có khả năng cách nhiệt lớn, để thoả mãn nhu cầu sản xuất và tiết kiệm năng lượng tiêu hao cho thiết bị điều hoà vi khí hậu.

4.5.1. Mái cách nhiệt

Mái nhà là bộ phận kết cấu ngăn che chịu tác động nhiệt bức xạ mặt trời lớn nhất về cường độ cũng như về thời gian. Căn cứ các tài liệu đo lường, lượng nhiệt thông qua mái truyền vào phòng có thể gấp 5 - 9 lần qua tường, đồng thời biên độ dao động nhiệt cũng rất lớn. Cấu tạo mái cần đạt các yêu cầu về cách nhiệt, cách nước, nhẹ nhàng và thuận lợi cho việc cơ giới hoá thi công. Khí hậu nước ta khắc nghiệt, thời tiết thay đổi đột ngột, nhiệt độ và độ ẩm cao, làm cho vật liệu mặt ngoài mái co giãn nhiều lần và dần dần bị nứt nẻ, phá hoại.

Mái thường có 4 lớp chính: a) Lớp chịu lực; b) lớp cách nhiệt; c) lớp cách nước; d) lớp bảo vệ. Ở các nước có khí hậu lạnh hay ôn hoà thì thứ tự các lớp (thường phải bố trí từ dưới lên trên như sau: $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$; bởi vì nếu để nước thấm vào lớp cách nhiệt, về mùa Đông nước sẽ đóng băng, thể tích nở gây ra phá hoại mái.

Ở nước ta, có thể bố trí nhiều phương án theo thứ tự các lớp như sau:

$$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d,$$

$$a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d$$

$$(a + c) \rightarrow b \rightarrow d,$$

$$a \rightarrow b \rightarrow (c + d).$$

$$a \rightarrow c \rightarrow (b + d),$$

trong đó mỗi tên chỉ thứ tự các lớp, còn dấu cộng thể hiện một lớp kết cấu đồng thời làm 2 chức năng.

Phương án để lớp cách nhiệt ở trên lớp cách nước có ưu điểm là: lớp cách nước không bị mưa nắng trực tiếp phá hoại, nên bền vững hơn. Trong thực tế xây dựng ở nước ta, đã có nhiều mái cấu tạo như vậy, chẳng hạn, trên lớp đan bê tông cốt thép (lớp cách nước) người ta xây thêm các gờ gạch, bên trên lát gạch lá nem hay tấm bê tông đục lỗ v.v... tạo nên tầng không khí lưu thông làm chức năng lớp cách nhiệt, nằm bên trên lớp cách nước.

Mái các phân xưởng nóng như xưởng đúc, xưởng rèn, lò luyện kim, lò sấy nung v.v... có lượng nhiệt thừa lớn, không cần cấu tạo lớp cách nhiệt, vì nó vừa cản nhiệt thoát từ trong ra, vừa lãng phí vật liệu.

Khả năng cách nhiệt của mái tốt hay xấu chủ yếu phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Nhiệt trở và nhiệt quán tính của kết cấu lớn hay nhỏ;
 - Sự trao đổi nhiệt giữa mặt ngoài mái với không khí mạnh hay yếu, nếu trên mái luôn có gió thổi thì khi mái nóng sẽ toả nhiệt ra ngoài nhiều, truyền vào trong nhà ít;
 - Ở dưới mái có luồng gió thổi qua hay không, nếu ở sát chân mái có lỗ thông gió thì luồng gió thổi sát mặt trong của mái sẽ có tác dụng đưa bớt không khí nóng ra ngoài;
 - Hệ số hút bức xạ mặt trời của mặt ngoài mái nhỏ hay lớn.
- Dưới đây giới thiệu một số loại mái cách nhiệt thường gặp.

1. Mái dốc cách nhiệt

Trong kiến trúc dân gian, nhân dân ta thường dùng loại ngói âm dương, trên là ngói "tây" hay ngói vẩy, dưới là ngói lát để lợp mái, tạo thành một

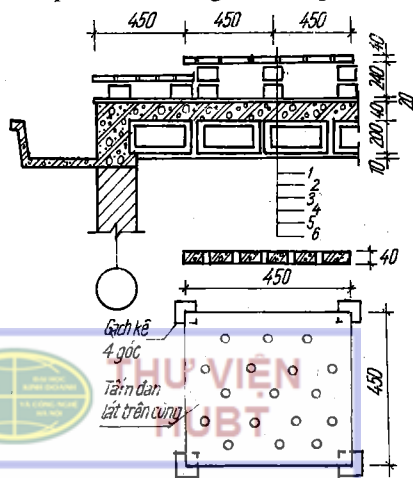
lớp không khí lưu thông ở giữa. Tương tự, trong kiến trúc hiện đại có thể cấu tạo mái dốc bằng hai lớp ngói fibrô - xi măng hay bằng hai lớp tôn, hai lớp xi măng lưới thép v.v... giữa có tầng không khí mỏng 5 - 6cm. Dưới tác dụng của áp lực nhiệt và áp lực gió, không khí ở trong tầng lưu thông này sẽ trao đổi nhiệt đối lưu với không khí bên ngoài, do đó lượng nhiệt truyền qua lớp dưới của mái vào nhà sẽ giảm đi. Ngoài ra, ở nước ta còn sử dụng rộng rãi mái dốc có trần, đục lỗ thông gió ở chân mái hoặc ở tường đầu hồi để không khí trong hầm mái lưu thông, thoát nhiệt ra ngoài.

2. Mái bằng cách nhiệt

Để có mái bằng cách nhiệt tốt mà trọng lượng bản thân lại nhỏ, người ta thường cấu tạo mái theo các nguyên tắc sau:

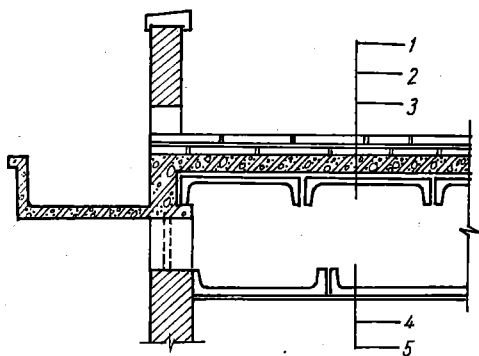
a) Thiết kế thêm tầng không khí lưu thông trong mái để tăng cường khả năng cách nhiệt. Mái có tầng không khí lưu thông gồm có hai loại cơ bản:

Loại thứ nhất, ở trên mái lợp thêm 1 lớp gạch cỡ lớn hoặc tấm bê tông đặt trên các gối dày 5 - 10cm. Viện Thiết kế nhà ở và công trình công cộng (Bộ Xây dựng) đã thiết kế nhiều loại mái có tầng không khí lưu thông bên trên lớp đan bê tông cốt thép cách nước (hình 4.5).



Hình 4.5: Kiểu mái bằng dùng tấm bê tông có đục lỗ thoát nhiệt làm lớp phủ mặt.

1. Tấm đan đục lỗ $40 \times 450 \times 450$ mm;
2. Kê bằng hai viên gạch thông tâm;
3. Một lớp gạch lá nem 20mm; 4. Bê tông chống thấm 42mm; 5. Panen hộp đặt dốc 5%;
6. Trát trần bằng vữa tam hợp mác 8, dày 10mm.



Hình 4.6: Mái kép có tầng không khí lưu thông cách nhiệt.

1. Hai lớp gạch lá nem, lớp dưới lát vữa tam hợp mác 50 miết mạch bằng xi măng, lớp trên lát bằng vữa tam hợp mác 25; 2. Bê tông chống thấm, $d = 0,04$ m; 3. Panen chữ U; 4. Panen trần chữ U; 5. Vữa trần mác 8.

Loại thứ hai là mái kép, có tầng không khí lưu thông ở giữa (hình 4.6). Loại mái này có nhược điểm là đắt tiền. Ở một số kí túc xá sinh viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội có mái cấu tạo theo kiểu này.

Lượng không khí lưu thông càng nhiều, mái càng cách nhiệt tốt. Để đảm bảo không khí lưu thông dễ dàng, chiều dày tầng không khí không nên nhỏ hơn 10cm. Khả năng cách nhiệt của mái phụ thuộc phi tuyến tính vào chiều dày tầng không khí lưu thông. Tầng chiều dày tầng không khí quá một giới hạn nhất định, tác dụng làm tăng nhiệt trở của mái sẽ không còn rõ rệt nữa. Vì vậy khi thiết kế mái, không nên cấu tạo chiều dày tầng không khí lưu thông quá giới hạn (chiều dày giới hạn xấp xỉ bằng 25 ~ 40cm).

b) Xây thêm trên mái các sườn thẳng đứng bằng gạch hoặc giàn dây leo để ánh nắng mặt trời không chiếu trực tiếp vào mặt mái

Khi thiết kế loại mái này cần phải nghiên cứu cẩn thận đường chuyển động biểu kiến của mặt trời ở địa phương để phát huy tác dụng che nắng của các sườn gạch trên mái.

3. Mái có phun nước, đựng nước và nước chảy

Trong công trình công cộng hoặc công nghiệp có kích thước lớn, thường yêu cầu trọng lượng của mái càng nhẹ càng tốt. Do đó, người ta thường thiết kế mái bằng vỏ mỏng, dây treo hoặc dàn không gian v.v... trên lớp bằng vật liệu nhẹ như fibrô-ximăng, tôn, vải nhựa v.v... Để tăng cường khả năng cách nhiệt của mái, có thể sử dụng các biện pháp dưới đây.

Trên mặt mái đặt một số vòi phun nước tương tự như vòi phun ở các công viên. Nước của mỗi vòi phun ra sẽ phân tỏa trên một phạm vi diện tích mái. Phạm vi này lớn hay bé tùy thuộc vào hình thức và kích thước vòi phun, cũng như áp lực của nước. Dùng hệ thống điều khiển tự động hoặc điều khiển bằng tay để đóng mở hệ thống vòi phun. Khi trời nắng to mới cần mở hệ thống vòi phun. Các hạt nước nhỏ của vòi phun sẽ tạo thành một tầng sương mù trên mái, đồng thời hạt nước lại rơi xuống làm cho mái luôn luôn ướt. Khi tia nắng mặt trời xuyên qua tầng hạt nước, một bộ phận nhiệt bị phản xạ, khúc xạ và hấp thụ làm cho cường độ bức xạ chiếu tới mặt mái giảm đi. Đồng thời, phần nước trên mái và các hạt nước trong không khí khi bốc hơi sẽ hút đi một phần nhiệt lượng của mái. Do đó, lượng nhiệt truyền qua mái vào nhà sẽ giảm đi.

Một phương án khác là thiết kế rãnh nước tràn ở đỉnh mái. Nước tràn từ rãnh sẽ tạo thành một lớp nước mỏng luôn chảy trên mái, có tác dụng làm nguội mái. Lượng nước dùng ở loại mái này tốn phí nhiều hơn ở mái có phun nước. Lớp cách nước ở mái cũng yêu cầu tốt hơn.

Ở một số nước nhiệt đới nóng khô, người ta còn làm mái bằng thường xuyên dùng nước để cách nhiệt. Mái này có tính ổn định nhiệt cao, khả năng cách nhiệt về mùa hè và mùa đông tương tự như nhau. Vì vậy phù hợp với loại nhà quanh năm có điều hoà không khí nhân tạo. Loại mái này có nhược điểm là trọng lượng mái nặng, yêu cầu cách nước tuyệt đối. Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm, mái dùng nước thường xuyên có khi còn trở thành nơi sinh sản bọ, muỗi. Vì vậy, loại mái này ít phù hợp với điều kiện nước ta.

4.5.2. Cấu tạo mái bằng cách nước, cách nhiệt, phù hợp với điều kiện khí hậu nước ta

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nước ta mái nhà là một trong những bộ phận cấu tạo phức tạp nhất của công trình. Bởi vì nó phải trực tiếp hứng chịu tác động mạnh mẽ của mưa, nắng, gió bão thất thường, cùng với tác động xâm thực hoá-lý của môi trường bên trong và bên ngoài công trình. Vì vậy mái thường cấu tạo gồm nhiều lớp, thường chiếm từ 1/3 đến 1/2 giá thành của 1 tầng nhà. Thi công mái thường phức tạp. Mái lại là bộ phận dễ bị hư hỏng nhất.

Trước năm 1954 nhà cửa ở nước ta thường nhỏ bé, diện tích mái thường không lớn. Theo truyền thống kiến trúc dân tộc, đa số mái nhà thường có độ dốc lớn để thoát nước mưa nhanh và tạo ra tầng hầm mái để cách nhiệt. Những nhà không có hầm mái thì người ta lợp mái bằng ngói hai lớp để cách nhiệt, như ngói âm dương, ngói vẩy và ngói lát, trên lợp ngói dưới lát bằng các tấm tre, phen, cốt, gỗ v.v... Những nhà lợp bằng rơm, rạ, cỏ tranh, búi cói, lá cọ, lá gồi v.v... thì mái lại càng có độ dốc cao hơn, thậm chí có mái dốc tới 45° . Các mái này có khả năng tốt về mặt cách nhiệt và ngăn cản sự nung nóng của bức xạ mặt trời. Bởi vì chúng chứa nhiều “ống rỗng” và khe không khí cách nhiệt. Mặt khác sau mỗi trận mưa, nước ẩm chứa trong mái sẽ bốc hơi dần và hút bớt năng lượng bức xạ mặt trời truyền vào nhà. Khuyết điểm chủ yếu của loại mái này là không bền vững.

Một số nhà cũ ở các thành phố nước ta có mái bằng phẳng với lớp cách nước bằng đan bê tông dày 30 - 40 mm, ngâm nước xi măng 7 - 10 ngày.

Thực tế sử dụng thấy mái này nóng, sau 15 - 20 năm cũng bị thấm nước và khó sửa chữa. Thi công mái theo phương pháp thủ công, phức tạp, nên không phù hợp với kiến trúc hiện đại.

Sau năm 1954 loại mái bằng thường dùng giấy dầu cách nước với độ dốc mái 2% - 8% đã phát triển rộng rãi ở nước ta. Đầu tiên cấu tạo mái bắt chước giống như mái ở các nước Đông Âu và Liên Xô cũ: trên lớp sàn chịu lực là lớp vật liệu cách nhiệt, trên cùng phủ bằng giấy dầu. Sau thấy lớp giấy dầu rất chóng hỏng (chỉ sau 1 - 2 năm sử dụng mái đã bị dột) nên người ta phủ thêm lớp bảo vệ như lớp sỏi cát, 1 - 3 lớp gạch lá nem, gạch chỉ hay gạch rỗng xây trên lớp giấy dầu.

Mặt dầu mái gồm rất nhiều lớp và nặng nề như vậy (loại mái nhẹ là 200-300 kg/m², loại trung bình 400 - 500 kg/m², loại nặng tới 700 - 800 kg/m²) nhưng nhiều mái vẫn bị dột, bị nóng âm ỉ.

Các nhà lắp ghép tấm lớn xây dựng ở Hà Nội vào những năm 1970 có cấu tạo mái bằng bê tông cách nước với tầng không khí cách nhiệt chống nóng và độ dốc mái tăng lên tới 10% để thoát nước nhanh, nhưng trọng lượng mái tương đối nặng (536 kg/m²) và nhiều mái bị dột ngay ở những năm sử dụng đầu tiên.

Ở miền Nam mái bằng cũng dùng bê tông đổ tại chỗ cách nước, trên mặt quét sơn chịu nhiệt để tăng cường cách nước và lát gạch làm lớp bảo vệ. Nhưng phần lớn là mái có độ dốc, như lớp dưới bằng bản bê tông (hoặc trần nhẹ), trên lớp bằng tôn hay fibrô-ximăng, xung quanh mái xây tường "con gái" làm giả mái bằng. Thực tế sử dụng chứng tỏ mái lợp bằng fibrô-ximăng sau 8 - 10 năm bắt đầu có hư hại nặng, cần đại tu và mái tôn thì sau 20 năm.

Từ tình trạng thực tế trên đòi hỏi phải giải quyết cấp bách vấn đề cấu tạo mái trên một quan điểm toàn diện, bảo đảm sự thống nhất hữu cơ về tính cách nước, cách ẩm, tính cách nhiệt, cách âm, tính bền vững, tính kinh tế, tính mỹ quan, tính đơn giản trong thi công và sửa chữa mái. Đó là một vấn đề tương đối nan giải.

Dưới đây xin giới thiệu kết quả nghiên cứu đề tài mái do chúng tôi cùng với nhiều bạn đồng nghiệp của các bộ môn Vật lý kiến trúc, Thí nghiệm công trình, Vật liệu xây dựng và bộ môn Hoá của trường Đại học Xây dựng tiến hành trong năm 1985 - 1986. [Phạm Ngọc Đăng, Tạp chí Xây dựng, số 11, 12, Bộ Xây dựng- 1988].

1. Xác định nguyên nhân mái bị dột và bị nóng ở nước ta

Nguyên nhân mái bị nóng: Nước ta nằm ở vĩ độ thấp, càng vào Nam càng gần xích đạo, gần như giữa trưa quanh năm mặt trời đi qua “thiên đỉnh” nên bức xạ mặt trời chiếu xuống mái rất lớn, thường gấp 5 - 9 lần chiếu lên mặt tường, đó là nguồn nhiệt chủ yếu làm cho mái nhà bị nóng.

Mái nóng nhiều hay ít trước hết phụ thuộc vào hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời của mặt ngoài mái. Màu mái càng đen, càng tối thì càng nóng. Thí dụ tính với ngày nắng nóng đối với mái bê tông thông thường, nếu trên phủ bằng giấy dầu thì nhiệt độ mặt mái cực đại đạt tới 90 - 95°C, trung bình là 50 - 56°C; nếu trên lát bằng gạch lá nem thì cực đại là 70 - 80°C, trung bình 40 - 50°C, nếu sơn mái bằng sơn silicat màu trắng thì cực đại còn là 50 - 60°C và trung bình 35 - 45°C. Số liệu thí nghiệm hiện trường cũng như kết quả tính toán cho thấy nếu thay màu mái sẫm (đen) sang màu sáng (trắng) thì tương đương giảm được 5 - 10cm bê tông xỉ cách nhiệt của mái.

Mái mỏng như mái tôn, fibrô-ximăng, mái 1 lớp bê tông v.v... bị nóng là điều đương nhiên, vì nhiệt trở của mái nhỏ. Nhiệt độ mặt trong của mái có thể cao tới 40 - 50°C, lớn hơn nhiệt độ mặt da người và quần áo (35°C), do đó mặt mái sẽ phát bức xạ nhiệt sóng dài đến cơ thể con người, gây cảm giác nóng bức.

Mái dày nặng cũng gây ra trạng thái nóng trong nhà, bởi vì loại mái dày nặng thường có tính ổn định nhiệt cao, độ trễ dao động nhiệt lớn, do đó vào khoảng 21 - 23 giờ đêm trần nhà mới nóng nhất, lúc đó nhiệt độ không khí ngoài nhà đã xuống thấp, mà nhiệt độ mặt trần vẫn còn cao và tiếp tục bức xạ xuống con người, nên người ta càng cảm thấy khó chịu khi ngồi trong nhà và muốn ra ngoài sân vườn ngồi hóng mát. Vì vậy đối với điều kiện khí hậu nước ta mái dày nặng cũng không phải là loại mái tốt, vì nó gây nóng âm ỉ về ban đêm, đối với nhà ở nó gây ảnh hưởng trực tiếp đến giấc ngủ của con người.

Nguyên nhân mái bằng bị dột: Mái bị dột là một hiện tượng rất phổ biến, nhất là đối với mái bằng. Khi mái nhiều lớp bị dột, ta rất khó xác định chính xác chỗ bị dột của lớp chống thấm, vì nhiều khi nước thấm qua lớp cách nước chỗ này nhưng đến chỗ khác mới thấm xuống trần, ta mới nhìn thấy. Do đó việc chữa dột cho các loại mái này rất khó khăn và rất tốn phí. Khảo sát tình hình mái thực tế của nước ta, bước đầu rút ra các nguyên nhân gây dột chính sau đây:

- Do thiết kế cấu tạo mái không đúng như: sắp xếp thứ tự các lớp không đúng, chọn vật liệu cách nước không đủ chất lượng, không đảm bảo giãn nở nhiệt, đặc biệt đối với nhà lắp ghép là thiết kế cấu tạo mối nối không đúng (như là mối nối cắt ngang dòng nước, mối nối không được che phủ, mối nối không đảm bảo độ kín, không có khả năng biến dạng đàn hồi v.v...).

- Do tác dụng của nhiệt ẩm phá hoại lớp cách nước. Thí dụ như nhiệt độ cao làm hỏng lớp giấy dầu (hình 4.7, nhiệt độ lớp giấy dầu cực đại gần 80°C , trong khi đó giấy dầu chỉ chịu được nhiệt độ dưới $50 - 60^{\circ}\text{C}$). Trong điều kiện mùa Hè ứng suất nhiệt ở mái hoặc ứng suất hơi ẩm kết hợp với nhiệt độ cao sẽ gây ra vết nứt nẻ phá hoại lớp cách nước. Nếu lớp cách nước bằng bê tông thì thành phần vôi tự do trong bê tông sẽ kết hợp với hơi ẩm tạo thành sữa vôi và nở thể tích, trực tiếp gây rạn nứt bê tông, đồng thời kết hợp với hơi ẩm sẽ đẩy nhanh quá trình làm han gỉ cốt thép, làm cho lớp bê tông chống thấm càng bị hư hại nhanh.

- Do chất lượng thi công lớp cách nước kém. Đối với bê tông tại chỗ là cấp phối bê tông, chất lượng trộn, đổ, đầm và dưỡng hộ bê tông, nhất là chất lượng chỗ dừng thi công. Đối với mái nhà lắp ghép là chất lượng thi công các mối nối. Đặc biệt khi thi công dán giấy dầu trên mái, nếu lớp dưới bị ẩm thì sau này khi trời nắng nóng, nước sẽ bốc hơi, nở thể tích, gây phồng giấy dầu làm cho giấy dầu không bám vào bê tông và dần dần bị rạn nứt.

- Do nhà lún không đều gây ra nứt nẻ trên mái, nhất là trong điều kiện xây dựng trên nền đất yếu.

- Do độ dốc mái quá nhỏ, nước mưa thoát chậm, đôi khi trên mái có các vũng nước không thoát được, lâu ngày nước sẽ thấm qua mái.

Dưới đây chúng tôi phân tích kỹ nguyên nhân mái bị dột do nhiệt ẩm gây ra.

Có 3 nguyên nhân tạo thành ứng suất nhiệt trong mái. Một là do nhiệt độ lớp ngoài cao hơn lớp trong gây ra dẫn nở nhiệt giữa các lớp không đều nhau mà sinh ra ứng suất. Hai là do vật liệu các lớp khác nhau, chúng có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau, vì vậy khi bị mặt trời nung nóng chúng sẽ dẫn nở không đều và phát sinh ứng suất nhiệt trong kết cấu. Ba là do mưa nắng thất thường, ví dụ như khi trời đang nắng, nhiệt độ mặt mái đang cao, đột ngột trời mưa xuống, làm cho nhiệt độ mặt mái đột ngột hạ xuống, mặt ngoài mái đột ngột bị co lại, còn lớp bên trong sát nó vẫn còn nóng âm ỉ giữ nguyên

theo trạng thái cũ, chưa bị co lại, nên nó sẽ cản trở sự co lại của lớp trên và gây ra ứng suất nhiệt rất lớn giữa lớp mặt ngoài và lớp vật liệu bên trong. Ứng suất nhiệt trong trường hợp này là lớn nhất và nguy hiểm nhất.

Quá trình này lặp đi lặp lại nhiều lần, vết nứt bề mặt mái sẽ mở rộng, ăn sâu dần và lâu ngày mái sẽ bị dột.

Lực kéo N sinh ra do dẫn nở nhiệt có thể tính gần đúng từ công thức sau:

$$\frac{d_s}{d_x} = -\frac{N(1-\beta^2)}{s.E} + a_t \Delta\theta, \quad (4.47)$$

Trong đó: $\Delta\theta$ - chênh lệch nhiệt độ;

s - độ dẫn dài (độ co) tổng cộng;

E - mô đun đàn hồi của vật liệu;

a_t - hệ số dẫn nở nhiệt của vật liệu;

β - hệ số Poisson.

Tính với trường hợp bất lợi nhất là lớp dưới giữ nguyên trạng thái cũ (trước khi mưa) ta có $d_s/d_x = 0$, do đó từ phương trình (4.47) ta có ứng suất nhiệt bằng:

$$\delta = \frac{1}{1-\beta^2} (a_t \cdot \Delta\theta \cdot E), \text{ kg/cm}^2 \quad (4.48)$$

Tính với trường hợp mái bằng bê tông trong điều kiện mùa Hè: trời đang nắng, có mưa rào đột ngột, nhiệt độ mặt mái bị hạ thấp đột ngột 20 - 30°C, theo công thức (4.48) trị số ứng suất nhiệt bề mặt có thể đạt tới 30 - 35kg/cm², trong khi đó cường độ chịu kéo giới hạn của bê tông thông thường chỉ bằng 24 - 25kg/cm², do đó bề mặt bê tông mái sẽ bị rạn nứt vì ứng suất nhiệt lớn hơn cường độ chịu kéo của bê tông.

2. Nghiên cứu giải pháp cách nước cho mái bằng

Như ta đã phân tích ở mục 4.5.1, mái bằng thường có 4 lớp cơ bản cấu thành là: 1- lớp chịu lực, 2- lớp cách nhiệt, 3-lớp cách nước, 4-lớp bảo vệ.

Ở các nước hàn đới bao giờ cũng phải xếp lớp cách nước nằm trên lớp cách nhiệt, bởi vì nếu xếp ngược lại thì nước sẽ thấm vào lớp cách nhiệt, làm giảm nhiệt trở và nguy hiểm hơn nữa là nước chứa trong lớp cách nhiệt có thể bị đóng băng trong mùa Đông, nở thể tích và phá hủy kết cấu mái.

Ở nước ta không có vấn đề nước đóng băng, nên sắp xếp lớp cách nhiệt nằm trên hay nằm dưới lớp cách nước đều có thể được. Phương án để lớp cách nhiệt nằm trên lớp cách nước có tính ưu việt hơn, vì nó bảo vệ lớp cách nước không bị mưa nắng trực tiếp, tránh được tác động của dao động nhiệt mạnh. Đồng thời lớp cách nước có thể đặt trực tiếp lên lớp chịu lực rất ổn định, không bị biến dạng như đặt trên lớp cách nhiệt nhẹ xốp. Đặt lớp cách nước nằm dưới lớp cách nhiệt mở ra khả năng cho phép sử dụng vật liệu cách nước truyền thống như giấy dầu và bê tông chống thấm mà vẫn đảm bảo bền lâu.

Trong điều kiện nước ta hiện nay, chưa chế tạo được hoàn thiện vật liệu chuyên dùng cách nước cho mái nhà, chịu được nhiệt độ ở mái và thuận tiện thi công, nên người ta vẫn dùng phổ biến phương án sử dụng bê tông chống thấm cho mái bằng.

Muốn sử dụng bê tông làm lớp chống thấm ở mái có hiệu quả thì trước tiên phải biết các nhược điểm của bê tông về mặt cách nước và chịu nhiệt. Bê tông là loại vật liệu có lỗ rỗng li ti, nước có thể thấm qua, dưới tác dụng của nhiệt phân bố không đều sẽ phát sinh một ứng suất nhiệt ẩm, gây rạn nứt. Làm việc trong môi trường nhiệt độ cao, tính liên kết của xi măng trong bê tông sẽ giảm dần, ngoài ra bê tông còn có tính tự co ngót trong quá trình sử dụng. Chất lượng cách nước của bê tông còn phụ thuộc rất nhiều vào việc lựa chọn cấp phối thành phần cốt liệu bê tông, loại xi măng, tỷ lệ nước/xi măng, chất lượng đổ, đầm và dưỡng hộ nó.

Vì vậy để sử dụng bê tông làm lớp cách nước trên mái chúng tôi đề nghị sử dụng các biện pháp thích ứng sau đây:

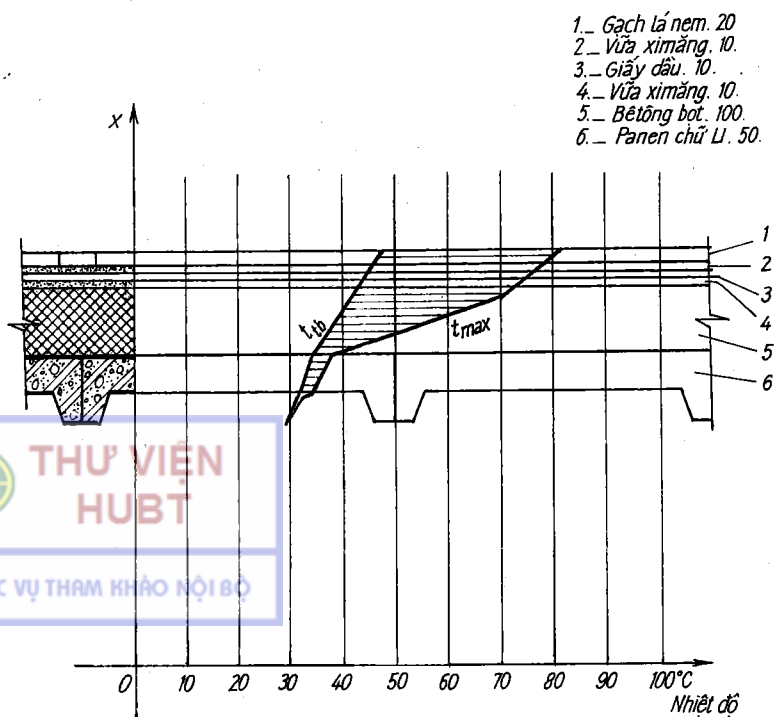
a) Không để nắng mưa đột ngột tác dụng trực tiếp lên lớp bê tông cách nước. Lớp bê tông cách nước phải được đặt ở tầng ổn định nhiệt ẩm, tức là nhiệt ẩm dao động nhỏ và nhiệt độ không cao, để loại trừ nguyên nhân gây ứng suất nhiệt ẩm trong bê tông.

b) Thay sàn bê tông cách nước kiểu kết cấu siêu tĩnh (bán không gian liên tục, liên kết chặt với kết cấu chịu lực của nhà) bằng kết cấu tấm tĩnh định, liên kết mềm hay tương đối mềm với nhau, để cho lớp bê tông cách nước dẫn nở co ngót và chuyển vị tương đối “tự do”, tức là không gây ra nội ứng suất làm nứt nẻ lớp bê tông cách nước, khi nó biến dạng.

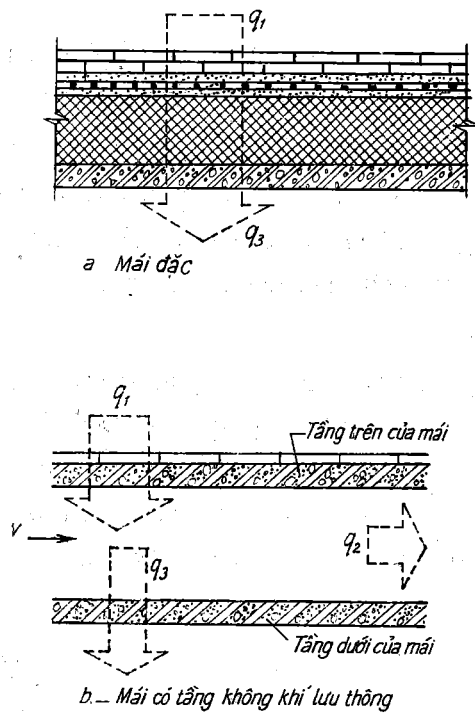
c) Các mối nối giữa các panen cách nước với nhau cũng như giữa panen cách nước với các kết cấu đều thoả mãn sự co giãn và chuyển vị của các panen. Các mối nối đều được che phủ cẩn thận không cho nước thấm qua.

d) Chọn cấp phối bê tông hợp lý và dùng thêm các chất phụ gia trộn vào bê tông để tăng cường độ đông đặc, tính đồng chất, tính chịu nhiệt, chịu ẩm của bê tông, nhằm mục đích tăng cường khả năng chống thấm và độ bền cách nước của bê tông.

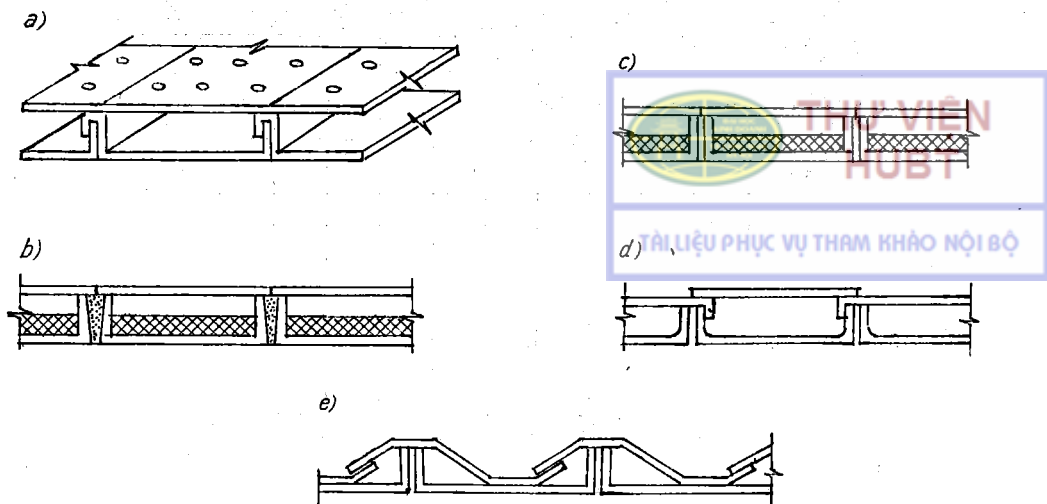
Các chuyên gia vật liệu xây dựng của trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã dùng bê tông với phụ gia là hỗn hợp lignin + thuỷ tinh lỏng + phèn nhôm làm lớp cách nước. Với lớp bê tông dày 30cm đã chịu được lớp nước dày 150mm, sau hơn 10 ngày nước vẫn không thấm qua, hoàn toàn thoả mãn yêu cầu cách nước ở mái nhà. Cường độ của bê tông có phụ gia tăng lên khoảng 10%.



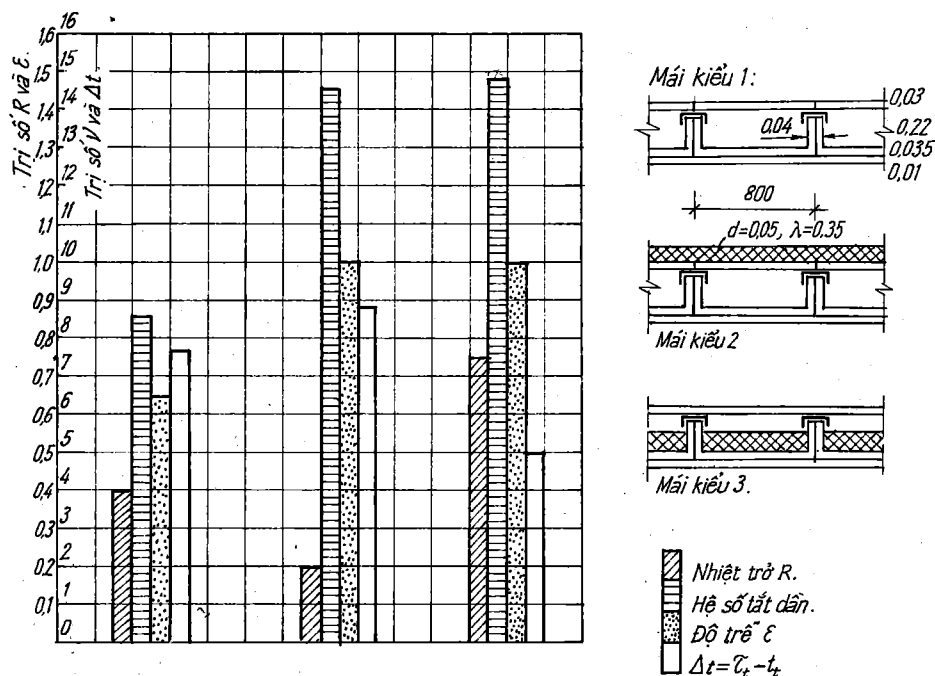
Hình 4.7: Cấu tạo và sự phân bố nhiệt các lớp của mái nhà máy Điện Ưng Bi và nhà máy Công cụ số 1 Hà Nội



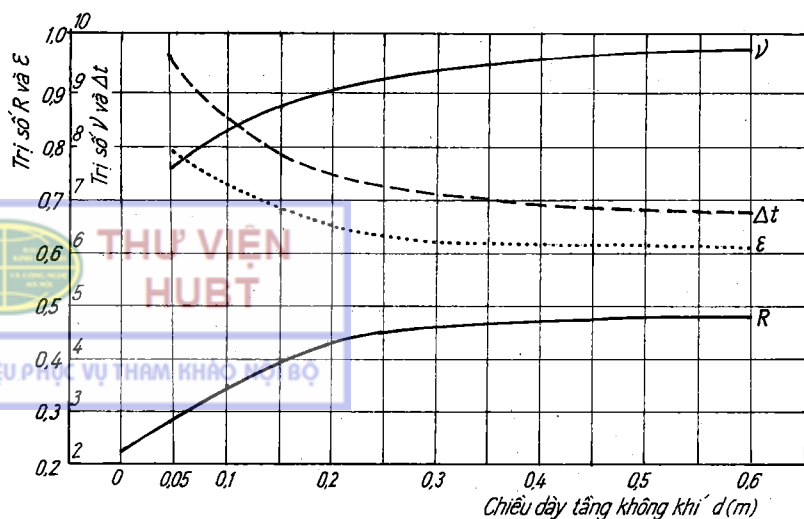
Hình 4.8: Sơ đồ so sánh sự truyền nhiệt qua mái đặc và qua mái có tầng không khí lưu thông



Hình 4.9: Các loại mái mới kiến nghị



Hình 4.10: So sánh hiệu quả cách nhiệt của lớp cách nhiệt đặt ở tầng trên hay đặt ở tầng dưới tầng không khí lưu thông.



Hình 4.11: Ảnh hưởng của chiều dày tầng không khí lưu thông đối với tính năng nhiệt kỹ thuật của mái (R - nhiệt trở; v - hệ số tắt dao động; ε : độ trễ dao động; Δt : hiệu số nhiệt độ giữa mặt trần và không khí trong nhà).

Ở nước ta hiện nay đã chế tạo được nhiều loại phụ gia dùng cho bê tông cách nước như LHD của Viện NCKH Xây dựng, phụ gia KANA của Viện Nghiên cứu Vật liệu xây dựng, Bộ Xây dựng, phụ gia chống thấm của Sở Xây dựng các tỉnh Quảng Ninh, Quảng Ngãi v.v...

3. Nghiên cứu sử dụng tầng không khí lưu thông cách nhiệt ở mái

Đối với mái nhà ở nước ta về mùa hè bức xạ mặt trời là nguồn nhiệt chủ yếu truyền qua mái nhà. Mái có tầng không khí lưu thông là loại mái cách nhiệt bức xạ mặt trời có hiệu quả nhất như hình 4.8 diễn tả. Ở mái đặc lượng nhiệt truyền qua lớp trên bao nhiêu thì sẽ truyền qua lớp dưới vào nhà bấy nhiêu (hình 4.8a), còn ở mái có tầng không khí lưu thông thì lượng nhiệt q_1 truyền qua lớp trên vào tầng không khí sẽ phân thành 2 phần, một phần q_2 sẽ được tầng không khí lưu thông mang ra ngoài, còn lại, phần q_3 mới truyền qua lớp dưới vào nhà (hình 4.8b).

Mái có tầng không khí lưu thông còn có ưu điểm là trọng lượng nhẹ, tiết kiệm vật liệu, ban ngày nó cách nhiệt tốt, ban đêm lại nguội nhanh hơn, không có hiện tượng nóng âm ỉ như mái đặc. Chúng tôi đã thiết kế và chế tạo 1 loại mái bê tông thí điểm có tầng không khí lưu thông, chỉ nặng 160kg/m^2 (hình 4.9), nó có nhiệt trở $R = 0,39$ và hệ số tắt dần dao động nhiệt $v = 8,57$, tương đương với mái đặc dùng bê tông xỉ cách nhiệt nặng 322kg/m^2 .

a) *Xác định tỷ lệ hợp lý giữa chiều dày cách nhiệt của tầng trên và tầng dưới lớp không khí lưu thông*

Cấu tạo mái có tầng không khí lưu thông có thể phân thành tầng trên, tầng không khí và tầng dưới (hình 4.8b). Với điều kiện giả thử tổng lượng vật liệu của mái (hoặc tổng số chiều dày các lớp của mái) giữ không đổi, cấu tạo tầng trên dày hơn là có lợi hay tầng dưới dày hơn là có lợi về phương diện cách nhiệt.

Xét 3 kiểu mái cho ở hình 4.10 làm ví dụ: Kiểu 1- mái không thêm lớp vật liệu cách nhiệt; Kiểu 2- mái đổ thêm lớp bê tông bọt ($\lambda = 0,35$) dày 50mm đặt trên mặt mái; Kiểu 3- lớp bê tông bọt đó đặt ở tầng dưới, tức là ở dưới tầng không khí lưu thông. Tiến hành tính truyền nhiệt qua các kiểu mái này. Phương pháp tính nhiệt truyền qua mái có tầng không khí lưu thông đã được giới thiệu ở mục 4.3. Kết quả tính toán cho ở biểu đồ trên hình 4.10.

Từ biểu đồ hình 4.10 ta thấy rằng: Trong trường hợp này nếu lấy mái kiểu 1 làm thước đo so sánh thì khi đặt thêm lớp cách nhiệt ở dưới tầng không khí

lưu thông (kiểu 3) nó sẽ có tác dụng làm tăng nhiệt trở của mái lên 60%, tăng hệ số tắt dần cũng như tăng độ trễ dao động của kết cấu mái, tức là nó làm giảm nhiệt lượng truyền vào nhà, kể cả trị số trung bình và trị số cực đại. Còn nếu đặt thêm lớp cách nhiệt ở tầng trên (kiểu 2) thì không những không làm tăng khả năng cách nhiệt của mái, mà ngược lại, có tác dụng xấu hơn mái không có thêm lớp cách nhiệt (kiểu 1). Nguyên nhân có thể do kiểu mái 2 có tầng trên dày hơn, nó giữ nhiệt nóng âm ở cả đêm, nó liên tục bức xạ nhiệt xuống tầng dưới kể cả ban đêm, còn ở mái kiểu 1 và mái kiểu 3 thì vì có tầng trên nhẹ hơn nên ban đêm nguội nhanh và có tác dụng tỏa nhanh nhiệt của mái ra khí quyển xung quanh, làm giảm lượng nhiệt truyền vào nhà.

Vì vậy muốn nâng cao hiệu quả cách nhiệt của mái có tầng không khí lưu thông thì nên cấu tạo tầng trên nhẹ mỏng hơn tầng ở dưới lớp không khí lưu thông.

b) Xác định chiều dày hợp lý của tầng không khí lưu thông

Chúng tôi đã nghiên cứu các mái bằng có kích thước phổ biến trong thực tế: chiều dài tầng không khí lưu thông 6 - 12m, độ dốc mái từ 2 - 4%, góc gió thổi chính diện. Hệ số hút bức xạ của mặt mái $\rho = 0,7$.

Cho chiều dày của tầng không khí lưu thông biến thiên từ 5cm, 10, 15, 20, 25, 30, 40 đến 60cm. Kết quả tính toán cho ở hình 4.11. Từ hình 4.11 ta thấy: nhiệt trở R, hệ số tắt dần ν , độ trễ dao động ϵ , cũng như chênh lệch nhiệt độ giữa mặt trong mái và không khí trong nhà $\Delta t = t_i - t_p$, đều biến thiên phụ thuộc chiều dày tầng không khí lưu thông "d". Chiều dày tầng không khí d càng dày thì mái càng cách nhiệt tốt. Nhưng sự biến thiên này lại có dạng đường cong lôgarit. Chiều dày d biến thiên từ 5 - 25cm thì các đại lượng trên biến thiên mạnh, còn khi chiều dày d biến đổi > 30 cm chúng biến thiên nhỏ, tức là tác dụng của việc tăng chiều dày tầng không khí đối với tính năng cách nhiệt của mái không còn mạnh nữa. Mặt khác khi chiều dày $d < 20$ cm tác dụng cách nhiệt của tầng không khí lưu thông tương đối nhỏ. Do vậy có thể rút ra kết luận rằng: xét về tính năng cách nhiệt của mái thì chiều dày tầng không khí lưu thông hợp lý cơ bản là từ 20 - 30cm.

c) Nghiên cứu ảnh hưởng của góc gió thổi đối với tính năng cách nhiệt của mái.

Chúng tôi đã nghiên cứu ảnh hưởng của góc gió thổi (góc giữa hướng gió và trục thông gió của mái) với các trị số góc gió thổi biến thiên từ $0^\circ - 90^\circ$,

cách nhau 10° một. Độ dốc mái $i = 4\%$, cấu tạo mái như kiểu 1 hình 4.9. Nghiên cứu sự biến thiên của các đại lượng R , v , ε , Δt phụ thuộc góc gió thổi chứng tỏ rằng: các đại lượng đặc trưng nhiệt kỹ thuật của mái dốc ở phía sau gió hầu như không thay đổi theo góc gió thổi, còn mái dốc ở phía đón gió chúng phụ thuộc vào góc gió thổi rất rõ rệt, nhất là góc gió thổi biến thiên từ 0° đến 60° , góc gió thổi càng gần 0° thì càng làm tăng khả năng cách nhiệt của mái. Khi góc gió thổi từ $0^\circ - 30^\circ$, các tính năng cách nhiệt của mái đạt trị số cao nhất. Khi góc gió thổi từ $30 - 60^\circ$, tính năng cách nhiệt của mái giảm từ 10 - 20% so với trường hợp góc gió thổi bằng 0° và khi góc gió thổi từ $60^\circ - 90^\circ$ thì giảm từ 20 - 25% trở lên.

4.5.3. Tường cách nhiệt

Yêu cầu cách nhiệt của tường ở các hướng khác nhau, vì cường độ bức xạ mặt trời chiếu lên chúng khác nhau. Ở nước ta lượng bức xạ chiếu xuống mặt tường Đông, Tây thường lớn nhất (ở phía Tây cường độ bức xạ mặt trời cực đại chiếu lên mặt tường gần như đồng thời với lúc nhiệt độ không khí ngoài nhà cực đại). Bức xạ chiếu xuống mặt tường phía Nam và phía Bắc nhỏ hơn. Giữa mùa Hè, bức xạ chiếu xuống tường phía Bắc nhiều hơn phía Nam, còn đầu mùa Hè và cuối mùa Hè thì ngược lại. Càng vào các tỉnh phía Nam hiện tượng này càng rõ rệt. Biên độ dao động nhiệt độ tổng cộng ngoài nhà ở phía Tây lớn nhất, rồi đến phía Đông và cuối cùng là ở mặt tường phía Nam và phía Bắc. Vì vậy, nhìn chung, trong mùa Hè ở tường phía Đông và Tây lượng nhiệt luôn truyền từ ngoài vào trong nhà, còn ở phía Nam và Bắc thì chiều của dòng nhiệt sẽ thay đổi tùy theo thời gian.

Do đó ở tường phía Đông, Tây yêu cầu có nhiệt trở lớn, đặc biệt là phía Tây, còn tường phía Nam và Bắc thì cần có nhiệt trở nhỏ hơn.

Kết cấu tường cần đảm bảo sao cho ban ngày cách nhiệt tốt, ban đêm toả nhiệt nhanh, để nhà chóng nguội mát sau những giờ oi bức. Mặt khác theo hướng phát triển công nghiệp hoá ngành xây dựng, trọng lượng tường càng nhẹ càng tốt. Vì thế không chỉ tăng cường cách nhiệt bằng cách tăng chiều dày tường, mà còn phải sáng tạo ra các loại vật liệu nhẹ, xốp, cách nhiệt tốt làm tường như bê tông bọt, bê tông xỉ, gạch xilicat xốp v.v.. hoặc tường có cấu tạo nhẹ, rỗng để cách nhiệt. Mặt ngoài tường nên quét hoặc ốp vật liệu có màu sáng, khả năng phản bức xạ tốt.

Để che nắng cho mặt tường, người ta xây thêm các gờ gạch nằm ngang hoặc thẳng đứng ở mặt tường để tạo thành các bóng râm, nhờ đó sẽ giảm được lượng nhiệt truyền từ ngoài vào trong. Ngoài ra, nhân dân ta thường trồng cây leo trên bề mặt các loại tường mỏng cách nhiệt kém, như tường bằng fibrô xi-măng, tôn, tấm bê tông mỏng, tường gạch mỏng v.v... Cây leo có tác dụng che nắng cho mặt tường, nên khả năng cách nhiệt thực tế của tường được tăng lên.

Ta có thể cấu tạo tường có lớp không khí ở giữa để cách nhiệt. Nếu thiết kế thêm các lỗ để lớp không khí đó lưu thông được thì khả năng cách nhiệt của tường càng tốt hơn. Chẳng hạn, ở mặt ngoài tường mỏng ta ốp thêm một lớp ngói fibrô-ximăng gợn sóng.



Độ ẩm của kết cấu ngăn che và độ ẩm không khí trong và ngoài nhà có liên quan chặt chẽ với nhau. Độ ẩm không khí trong nhà cùng với nhiệt độ, có ảnh hưởng rất lớn đến cảm giác nóng, lạnh của con người, đến việc bảo quản hàng hoá, thiết bị, vật tư, cũng như độ bền lâu của kết cấu ngăn che và toàn bộ công trình.

Như ở chương 2 đã trình bày, với cùng một nhiệt độ, độ ẩm càng cao, trong mùa nóng người ta càng cảm thấy oi bức, trong mùa lạnh người ta càng cảm thấy giá rét.

Đối với việc bảo quản hàng hoá, thiết bị, vật tư, độ ẩm làm cho quá trình ôxy hoá càng nhanh và không khí ẩm ướt là môi trường tốt cho các quá trình ăn mòn hoá học. Mọi thứ vật liệu thông thường để trong không khí đều bị ôxy hoá, tất nhiên tùy theo vật liệu khác nhau mà quá trình ôxy hoá xảy ra nhanh hay chậm. Khi nhiệt độ và độ ẩm môi trường càng cao, tốc độ ôxy hoá càng nhanh. Trên bề mặt các kết cấu của nhà máy hoá chất hay luyện kim thường có bụi hay hoá chất bám vào. Các chất bám này có thể có tính kiềm hay tính axit. Nếu bề mặt kết cấu hoàn toàn khô, quá trình bị ăn mòn xảy ra rất chậm hoặc không đáng kể, ngược lại, nếu bề mặt bị ẩm ướt thì bị ăn mòn nhanh và rất mạnh. Mức độ ăn mòn kim loại của các loại khí có tính axit tùy thuộc độ ẩm không khí ϕ . Khi $\phi < 65\%$ tác dụng ăn mòn rất yếu; khi $\phi = 70 \sim 90\%$ tác dụng ăn mòn mạnh hơn và khi $\phi \geq 95\%$, không khí đã gần như biến thành 1 dung dịch axit và gây ăn mòn hoá học rất mạnh.

Độ ẩm lớn quá sẽ làm cho môi trường có tính dẫn điện, nhất là khi trong không khí chứa nhiều CO_2 , Clorua hay muối Sun fát v.v...

Không khí ẩm cũng như kết cấu nhà bị ẩm là môi trường tốt để phát triển các loại nấm mốc, vi sinh vật; chúng phá hoại vật tư, thiết bị và các lớp vật liệu mặt ngoài kết cấu. Ở bề mặt tường gạch ẩm thường có rêu mọc và do đó lớp vữa sẽ bị hỏng nhanh chóng. Gỗ, tre bị ẩm ướt cũng dễ có nấm mốc và chóng bị mục nát.

Độ ẩm còn phá hoại vật liệu bằng cơ học. Độ ẩm trong vật liệu làm cho các vết nứt của kết cấu mở rộng và phát triển nhanh. Gỗ dán dễ trong môi trường ẩm dễ bị bong thành từng lớp. Tre, gỗ, và các sản phẩm được sản xuất từ cỏ, giấy, dăm bào, sợi tre v.v... khi bị ẩm ướt sẽ biến dạng không đều, cong vênh và chong hổng. Những vật liệu thấm nước như thạch cao, gạch đất sét nung, gạch xi, gạch latorit v.v... khi làm việc trong môi trường ẩm, cường độ chịu lực giảm nhiều và nhanh chóng bị phá hoại.

Khi bị đóng băng, nước sẽ nở thể tích. Đây chính là một nguyên nhân gây phá hoại kết cấu ngăn che và làm giảm tuổi thọ công trình kho lạnh, nếu như ở các lớp kết cấu ngăn che có nước ngưng tụ trong các lỗ hổng và mao quản.

Vì vậy, độ bền lâu của kết cấu ngăn che nhà phụ thuộc rất nhiều vào chế độ nhiệt và trạng thái ẩm của nó.

5.1. TRẠNG THÁI ẨM ƯỚT CỦA KẾT CẤU NGĂN CHE

5.1.1. Nguyên nhân gây ẩm

Xét về mặt thấm nước, có thể phân vật liệu thành hai loại: vật liệu thấm nước và vật liệu không thấm nước. Gỗ, gạch, ngói, bê tông thường thuộc vật liệu thấm nước. Kim loại, màng chất dẻo, bitum, đá rắn chắc thuộc vật liệu không thấm nước.

Kết cấu ngăn che nhà thường được cấu tạo bằng vật liệu thấm nước hoặc gồm nhiều lớp vật liệu thấm nước và không thấm nước. Vì vậy, trong kết cấu ngăn che bao giờ cũng chứa một lượng nước hoặc hơi nước nhất định. Trạng thái ẩm trong kết cấu ngăn che do nhiều nguyên nhân:

- Lượng nước có sẵn trong bản thân vật liệu;
- Lượng nước được giữ lại trong quá trình thi công;
- Lượng nước được hút từ nền đất lên do hiện tượng mao dẫn;
- Ẩm thời tiết, do nước mưa thấm vào kết cấu;
- Lượng nước phát sinh và rơi trên bề mặt kết cấu trong quá trình sử dụng nhà;
- Lượng hơi nước do kết cấu hút từ không khí vào hoặc do hơi ẩm thẩm thấu (khi có chênh lệch áp lực hơi nước ở hai bên kết cấu);
- Ngưng kết nước trên bề mặt kết cấu (hiện tượng đọng sương).

5.1.2. Sự liên kết giữa ẩm và vật liệu xây dựng

Có nhiều nguyên nhân gây ẩm khác nhau và do đó liên kết giữa phần nước trong vật liệu xây dựng với phần vật liệu có nhiều dạng khác nhau. Căn cứ vào sự liên kết giữa nước và vật liệu, viện sĩ R.A.Robinder chia thành các dạng ẩm sau đây.

1. Ẩm liên kết dạng hoá hợp

Đó là lượng nước cần thiết cho các phản ứng hoá học để tạo thành vật liệu mới, hoặc trong quá trình hình thành tính chất cơ lí của vật liệu xây dựng, ví dụ lượng nước cần thiết để xi-măng ninh kết, để đá vôi chưa tôi thành vôi đã tôi v.v... Loại ẩm này nằm trong cấu trúc của vật liệu theo dạng liên kết hoá hợp hoặc là thành phần của tinh thể vật liệu, nó không khuếch tán và không thẩm thấu. Muốn tách nó khỏi vật liệu, phải tác động với một năng lượng lớn. Sự biến động thông thường của nhiệt độ hàng ngày không thể phá vỡ được sự liên kết này.

2. Ẩm liên kết theo dạng hoá lí

Đó là những màng hấp phụ ở trên bề mặt các lỗ và các ống nhỏ li ti trong vật liệu. Lớp mỏng sát phía trong liên kết với vật liệu rất chặt chẽ và cũng khó tách khỏi vật liệu. Trong điều kiện tự nhiên, lớp ẩm này có thể chuyển thành ẩm liên kết hoá hợp để nâng cao tính vững chắc của vật liệu (như đối với vật liệu bê tông trong giai đoạn đầu sử dụng). Lớp nước tiếp theo liên kết với vật liệu kém hơn, nó được giữ trong vật liệu bằng lực mao dẫn và có thể di chuyển một cách chậm chạp trong kết cấu.

3. Ẩm liên kết theo dạng cơ lí (Ẩm ngưng tụ)

Lượng ẩm này được giữ trong các lỗ rỗng và các mao quản trong vật liệu thấm nước. Lượng ẩm này có thể chuyển dịch trong vật liệu do chênh lệch áp lực và bốc hơi từ bề mặt vật liệu trong quá trình khô tự nhiên. Các lỗ hổng và mao quản trong vật liệu càng nhỏ và mật vật liệu càng dễ thấm nước bao nhiêu thì hiện tượng ngưng tụ nước trong mao quản xảy ra càng sớm, ngay khi độ ẩm không khí còn thấp. Ví dụ, đối với thạch cao khi độ ẩm không khí $\phi = 70 \sim 75\%$, đối với bê tông xỉ khi $\phi = 75 \sim 80\%$, đối với gạch nung khi $\phi = 80 \sim 85\%$, đã có hiện tượng chứa nước ngưng tụ trong mao quản. Lượng ẩm chứa trong mao quản có bán kính $< 10^{-3}\text{cm}$ được giữ tương đối chặt chẽ trong vật liệu. Còn lượng ẩm chứa trong các ống hay lỗ hổng lớn hơn thì gần giống như nước tự do, rất dễ dàng chuyển dịch và bốc hơi.

Năng lượng liên kết của loại nước này với vật liệu được xác định theo biểu thức:

$$A = -R.T.Ln \frac{E}{e} = -R.T.ln \varphi^{-1} \quad (5.1)$$

R - hằng số chất khí, $R = 0,06236 \text{ mmHg.cm}^3 \cdot \text{độ.g phân tử}$;

T - nhiệt độ tuyệt đối của vật liệu, °K;

E - áp lực bão hoà của nước tự do trên bề mặt vật liệu;

e - áp suất hơi nước thực tế trên bề mặt vật liệu;

$\varphi = e/E$.

5.1.3. Sự biến đổi ẩm trong vật liệu xây dựng

Vật liệu có tính thấm ẩm để trong môi trường không khí tự nhiên bao giờ cũng chứa một lượng ẩm nhất định.

Dung ẩm của vật liệu được xác định:

$$W = \frac{P_m - P_k}{P_k}, \text{ g/kg}; \quad (5.2a)$$

hoặc bằng lượng tương đối:

$$W = \frac{P_m - P_k}{P_k} \cdot 100\%, \quad (5.2b)$$

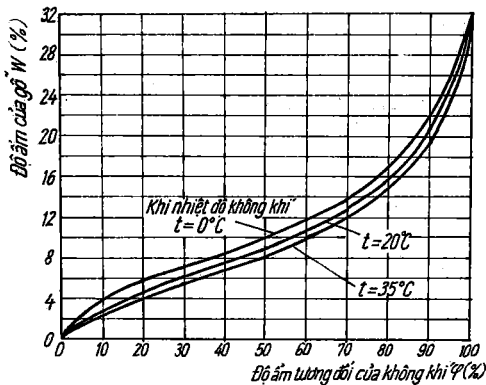
P_m - trọng lượng của vật liệu để khô trong môi trường không khí tự nhiên;

P_k - trọng lượng của vật liệu khô tuyệt đối.

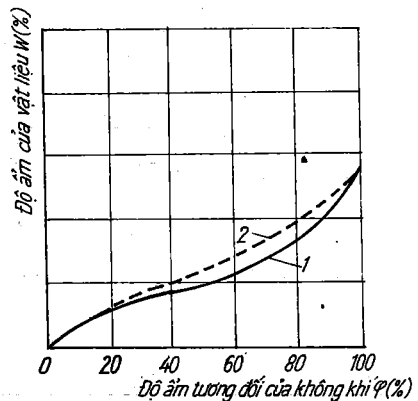
Vật liệu để trong môi trường không khí tự nhiên sẽ dần dần đạt tới trạng thái cân bằng ẩm. Khi nhiệt độ và độ ẩm không khí biến đổi, độ ẩm trong vật liệu cũng biến đổi theo. Hình (5.1) biểu thị độ ẩm của gỗ biến thiên theo nhiệt độ và độ ẩm của không khí.

Khi độ ẩm môi trường không đổi, độ ẩm của vật liệu tăng lên thì gọi là quá trình hút ẩm, ngược lại là quá trình nhả ẩm. Khi nhiệt độ môi trường không đổi, độ ẩm môi trường biến đổi làm cho độ ẩm vật liệu thay đổi thì gọi là quá trình hút ẩm hay nhả ẩm đẳng nhiệt. Thời gian cần thiết để vật liệu đạt tới trạng thái cân bằng ẩm với môi trường, tỉ lệ thuận với cường độ khuếch tán ẩm trong vật liệu và tỉ lệ nghịch với bình phương kích thước đặc trưng của vật liệu.

Kết quả nghiên cứu của nước ngoài chứng tỏ độ ẩm cân bằng của vật liệu với môi trường khi hút ẩm thì nhỏ hơn khi nhả ẩm (hình 5.2).



Hình 5.1: Độ ẩm của gỗ phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm không khí.



Hình 5.2: Độ ẩm ở trạng thái cân bằng của vật liệu nhiều lỗ rỗng, biến thiên khi hút ẩm và khi nhả ẩm.

Trên hình 5.2 đường cong 1 là trạng thái ẩm của vật liệu khi hút ẩm, đường cong 2 - khi nhả ẩm. Khi nhả ẩm, một phần ẩm bị giữ lại trong vật liệu và chỉ dưới tác dụng của môi trường có nhiệt độ cao và độ ẩm thấp nó mới thoát ra khỏi vật liệu.

Sự chuyển dịch ẩm trong vật liệu phụ thuộc *thế ẩm*, lực liên kết giữa ẩm và phần rắn của vật liệu, cấu trúc của vật liệu cũng như đặc tính tác động của môi trường. Khi ẩm trong vật liệu ở trạng thái nước ngưng tụ trong các lỗ hổng và mao quản thì sự dịch chuyển ẩm chủ yếu là do lực mao dẫn và chênh lệch áp suất nước giữa các điểm, còn khi nhả ẩm thì chủ yếu do sự bốc hơi nước bề mặt quyết định. Trong trường hợp này có thể coi chênh lệch *dung ẩm* W (g/kg) là *thế ẩm* của kết cấu ngăn che. Trường hợp này thường xảy ra trong giai đoạn đầu sử dụng công trình hoặc khi kết cấu ngăn che tiếp xúc với nước (nước sinh hoạt, nước ngầm) hoặc trong môi trường rất ẩm.

Lượng ẩm chuyển dịch trong trường hợp này được xác định:

$$G = \frac{\partial W}{\partial x} \beta, \text{ g/m}^3; \quad (5.3)$$

$\frac{\partial W}{\partial x}$ - gradien dung ẩm trong vật liệu;

β - hệ số dẫn ẩm g/m.h.%.

Những kết cấu ngăn che của công trình đã xây dựng lâu và không thường xuyên tiếp xúc với nước, thường có độ ẩm nhỏ hơn. Các lớp vật liệu ở phía ngoài của kết cấu, trực tiếp với môi trường không khí, luôn luôn ở tình trạng "thở, hít" ẩm để đạt được trạng thái cân bằng ẩm với môi trường không khí. Những lớp ở sâu bên trong kết cấu thường có độ ẩm cao hơn, nhưng sự chuyển dịch trong chúng lại bị hạn chế. Trong điều kiện này, quá trình khuếch tán ẩm xuyên qua kết cấu chủ yếu do chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm không khí ở hai phía kết cấu gây ra.

Quá trình khuếch tán ẩm trong kết cấu phụ thuộc vào độ xuyên ẩm qua vật liệu các lớp kết cấu. Quá trình này thường diễn ra rất chậm chạp và chỉ xảy ra khi giữa các điểm của vật liệu có chênh lệch áp suất hơi nước.

Dòng hơi nước khuếch tán đi qua bề mặt trong kết cấu bằng:

$$G = \beta_t (e_t - e_{mt}) \cdot g/m^2 \cdot h; \quad (5.4)$$

$$\beta = \frac{1}{Ra_t} - \text{hệ số trao đổi ẩm trên mặt trong của kết cấu, } g/m^2 \cdot h \cdot \text{mmHg}.$$

e_t, e_{mt} - áp suất hơi nước của không khí trong nhà và trên bề mặt kết cấu, mmHg.

Ẩm trở trên mặt trong của kết cấu $Ra_t = \frac{1}{\beta_t}$, không những chỉ phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của không khí gần bề mặt kết cấu mà còn phụ thuộc trạng thái ẩm của vật liệu và có quan hệ với điều kiện nhiệt động học trên bề mặt kết cấu. Có thể tính ẩm trở bằng biểu thức:

$$Ra_t = R T \ln \frac{E}{e} \frac{1}{\alpha \beta}, \text{ mmHg} \cdot m^2 \cdot h/g; \quad (5.5)$$

R - hằng số chất khí, $R = 0,06236 \text{ mmHg} \cdot \text{cm}^3/\text{độ g. phân tử}$;

T - nhiệt độ $^{\circ}\text{K}$;

$\ln \frac{E}{e}$ - lôgarit tự nhiên của tỉ số giữa áp suất hơi nước bão hoà và áp suất hơi nước của vật liệu đang xét;

$$\alpha \beta = \frac{\alpha_d}{0,92 C \gamma} - \text{hệ số xét đến sự trao đổi nhiệt trên bề mặt kết cấu};$$

α_d - hệ số trao đổi nhiệt bằng đối lưu;

C - tỉ nhiệt $\approx 0,24$;

γ - trọng lượng đơn vị thể tích của không khí;

Bảng 5.1 cho các trị số ẩm trở trên bề mặt kết cấu khi vật liệu cân bằng ẩm với không khí có độ ẩm khác nhau, tính theo công thức (5.5), ứng với nhiệt độ bề mặt kết cấu $\tau_1 = 25^\circ\text{C}$.

Bảng 5.1. Trị số ẩm trở trên bề mặt kết cấu

Đặc tính ẩm của phòng	Độ ẩm không khí ở gần kết cấu ϕ (%)	Ẩm trở R_{a_i} ($\text{mmHg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h/g}$)
- Rất khô, có lượng nhiệt thừa lớn	25	0,98
- Khô, được sưởi ẩm	40	0,91
- Ẩm bình thường	55	0,60
- Hơi ẩm	70	0,34
- Ẩm	85	0,16
- Khi bề mặt kết cấu luôn luôn có nước ngưng đọng (đọng sương bề mặt)	100	0

Có thể lấy gần đúng ẩm trở mặt ngoài kết cấu R_{a_n} như sau:

- Khi tốc độ gió ngoài nhà nhỏ ($v \leq 1\text{m/s}$) $R_{a_n} = 0,25$;

- Khi tốc độ gió ngoài nhà trung bình ($v = 2-3\text{m/s}$) $R_{a_n} = 0,12$;

- Khi tốc độ gió ngoài nhà lớn ($v = 4 - 5\text{m/s}$) $R_{a_n} = 0,06$.

Lượng ẩm khuếch tán đi qua lớp kết cấu thứ i là:

$$G_i = \frac{e_i - e_{i-1}}{Ra_i}, \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \quad (5.6)$$

và đi qua toàn bộ kết cấu là:

$$G = \frac{e_t - e_n}{Ra_o}, \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \quad (5.7)$$

Ra_i - ẩm trở lớp vật liệu thứ i , $Ra_i = \frac{d_i}{\mu_i}$

d_i , μ_i - chiều dày và hệ số khuếch tán ẩm của lớp vật liệu i (ở phụ lục 5 cho hệ số μ đối với các loại vật liệu xây dựng thông thường);

$Ra_0 = Ra_i + \Sigma Ra_i + Ra_n$ - tổng ẩm trở của kết cấu;

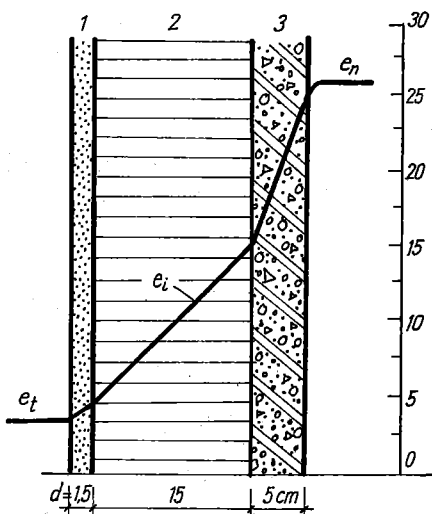
e_i, e_n - áp suất hơi nước trong không khí trong và ngoài nhà;

e_i, e_{i-1} - áp suất hơi nước ở bề mặt trước và sau lớp vật liệu thứ i .

Áp suất hơi nước ở bề mặt trong lớp vật liệu thứ i được xác định như sau:

$$e_i = e_i - \frac{e_i - e_n}{Ra_0} \left(Ra_i + \sum_{i=1}^{i-1} Ra_i \right), \text{ mmHg.} \quad (5.8)$$

Ví dụ 5.1. Tính lượng ẩm trung bình khuếch tán truyền qua tường vào trong kho lạnh và áp suất hơi nước phân bố trong tường (coi như ẩm truyền ổn định). Cho biết tường nằm ở phía có hành lang trống, không bị nắng chiếu hoặc mưa hắt. Nhiệt độ không khí trong kho $t_i = -7^\circ\text{C}$, độ ẩm $\phi = 80\%$. Nhiệt độ trung bình của không khí ngoài nhà về mùa nóng $t_n = 30,3^\circ\text{C}$, độ ẩm $\phi_n = 85\%$ (xem bảng 1.4a), tốc độ gió $v = 3\text{m/s}$. Cấu tạo tường cho ở hình 5.3, tính từ trong ra ngoài gồm có: lớp 1 - vữa trát $d_1 = 0,015\text{m}$, $\lambda = 0,8$. $\mu = 0,012$, lớp 2 - bê tông bọt với $\gamma = 800\text{kg/m}^3$, $d = 0,15\text{m}$, $\lambda = 0,25$, $\mu = 0,014$; lớp 3 - bê tông cốt thép $d = 0,05\text{m}$, $\lambda = 1,33$, $\mu = 0,04$.



Hình 5.3: Dùng cho ví dụ 5.1

Giải:

Áp suất hơi nước trong không khí trong nhà $e_i = 2,02 \text{ mmHg}$ (tương ứng $t = -7^\circ\text{C}$, $\phi = 80\%$) và trong không khí ngoài nhà $e_n = 27,53 \text{ mmHg}$ (tương ứng với $t = 30,3^\circ\text{C}$ và $\phi = 85\%$).

Ẩm trở mặt trong tường $Ra_i = 0,22$ (bảng 5.1); ẩm trở mặt ngoài tường $Ra_n = 0,12$ (tương ứng với $v = 3\text{m/s}$).

Ẩm trở của các lớp: $Ra_1 = \frac{0,015}{0,012} = 1,25 \text{ mmHg.m}^2\text{h/g}$;

$$Ra_2 = \frac{0,15}{0,014} = 10,71 ; Ra_3 = \frac{0,05}{0,004} = 12,5.$$

Tổng ẩm trở của tường:

$$Ra_0 = 0,22 + 1,25 + 10,7 + 12,5 + 0,12 = 24,8 \text{ mmHg.m}^2\text{h/g}.$$

Vận lượng ẩm truyền qua tường vào trong kho (công thức 5.7):

$$G = \frac{e_n - e_t}{Ra_o} = \frac{27,53 - 2,02}{24,8} = 1,028 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h}.$$

Theo công thức (5.8) ta có áp suất hơi nước ở mặt ngoài của tường:

$$e_{mn} = e_n - \frac{e_n - e_t}{Ra_o} Ra_n = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} \cdot 0,12 = 27,41 \text{ mmHg}.$$

Áp suất hơi nước ở mặt trong các lớp:

$$e_3 = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} (0,12 + 12,5) = 14,56;$$

$$e_2 = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} (0,12 + 12,5 + 10,71) = 3,55;$$

$$e_{mt} = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} (0,12 + 12,5 + 10,71 + 1,25) = 2,26.$$

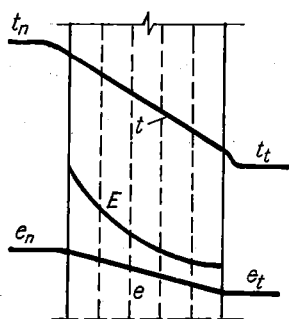
Trên hình (5.3) đường e_i biểu diễn sự phân bố áp suất hơi nước trong tường.

5.1.4. Nước ngưng tụ trong nội bộ kết cấu

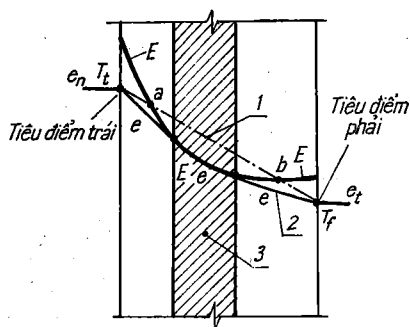
Khi áp suất hơi nước trong kết cấu vượt qua áp suất hơi nước bão hoà tương ứng với nhiệt độ phân bố trong kết cấu, thì hơi nước sẽ ngưng tụ thành nước nằm trong kết cấu. Nước ngưng tụ trong nội bộ kết cấu là một hiện tượng xấu, làm giảm độ bền và hạ thấp khả năng cách nhiệt của kết cấu. Độ ẩm của vật liệu tăng thì hệ số dẫn nhiệt cũng tăng theo như công thức (3.10a) biểu thị.

Phương pháp thuận tiện nhất để xét khi ẩm xuyên qua kết cấu có thể gây ra ngưng tụ nước hay không là phương pháp biểu đồ do V.V.Uskov [14] kiến nghị. Phương pháp này thực hiện như sau: đầu tiên vẽ đường phân bố áp suất, hơi nước (e) và nhiệt độ (t) biến thiên trong nội bộ kết cấu, sau đó căn cứ vào đường biến thiên nhiệt độ tìm ra đường cong biến thiên áp suất hơi nước bão hoà (E) trong kết cấu (hình 5.4). Áp suất hơi nước bão hoà phụ thuộc vào nhiệt độ t , xác định theo phụ lục 4.

Nếu đường cong áp suất thực tế của kết cấu nằm phía trên hoặc có cắt nhau với đường cong áp suất hơi nước bão hoà thì nội bộ kết cấu sẽ phát sinh hiện tượng ngưng tụ nước. Ngược lại thì không có.



Hình 5.4: Trường hợp không có ngưng tụ nước trong kết cấu.



Hình 5.5: Phương pháp xác định phạm vi ngưng tụ nước trong kết cấu một lớp.

1. Đường e , nếu trong kết cấu không có ngưng tụ nước; 2. Đường e thực tế khi có ngưng tụ nước; 3. Phạm vi có ngưng tụ nước.

Trong phạm vi kết cấu có nước ngưng tụ, áp suất hơi nước tối đa đạt đến trị số bão hoà E , do đó đường cong biểu diễn áp suất hơi nước thực tế sẽ thay đổi, không hoàn toàn giống cũ nữa. Khi đó phạm vi ngưng tụ nước không phải là phần ở giữa hai giao điểm a và b của hai đường cong trên (hình 5.5), vì ở phạm vi ngưng tụ nước đường cong e sẽ trùng với E . Nếu kết cấu là một lớp thì đường phân bố áp suất hơi nước e là một đường thẳng. Giao điểm của đường thẳng này với các mặt ngoài và mặt trong của kết cấu là tiêu điểm trái và phải của biểu đồ (hình 5.5). Căn cứ vào nguyên lý độ ẩm biến thiên liên tục, nên từ hai tiêu điểm trái và phải của đường biểu diễn (e) vẽ hai đường tiếp tuyến với đường cong E , giao điểm của hai đường tiếp tuyến ấy với đường cong E chính là giới hạn phạm vi ngưng tụ nước. Đường cong hợp bởi 2 đoạn tiếp tuyến ấy và đoạn đường cong E ở khu vực ngưng tụ nước chính là đường biểu diễn áp lực hơi nước phân bố trong nội bộ kết cấu thực tế (hình 5.5).

Trường hợp kết cấu nhiều lớp, muốn sử dụng phương pháp tiêu điểm trên thì phải làm cho đường biểu diễn e trở thành đường thẳng mới có thể xác định được tiêu điểm trái và phải để vẽ đường tiếp tuyến. Muốn vậy, ta phải chuyển mặt cắt kết cấu từ tỉ lệ chiều dày các lớp sang tỉ lệ ẩm trở các lớp như hình 5.6. Trên hình 5.6, giả thử kết cấu có 3 lớp 1, 2 và 3. Đường 1 là

biến thiên áp suất hơi nước trong kết cấu khi vẽ theo độ dày các lớp. Còn đường e là vẽ với tỉ lệ ẩm trở, lấy ẩm trở lớp giữa (lớp 2) làm thước đo. Trên mặt cắt theo tỉ lệ ẩm trở đó ta vẽ đường biểu diễn nhiệt độ t , từ đường nhiệt độ tra phụ lục 4 vẽ được đường cong E . Sau đó, từ hai tiêu điểm trái và phải (T_t , T_p) vẽ đường tiếp tuyến với E , sẽ được hai giao điểm a và b ; a và b chính là giới hạn của khu vực có ngưng tụ nước trong kết cấu.

Đường tiếp tuyến $T_{t,a}$ gặp mặt phân chia giữa lớp 1 và 2 tại điểm c và đường tiếp tuyến $T_{p,b}$ gặp mặt phân chia giữa lớp 2 và 3 tại điểm d . Nối e_n với c và e_t với d . Đường cong $e_n - c - a - b - d - e_t$ (đường 3) chính là đường phân bố áp suất hơi nước thực tế.

Khi thiết kế cần kiểm tra lượng nước ngưng đọng trong kết cấu, nhất là trong kết cấu của phòng ướp lạnh trong các nhà máy hay trong kết cấu của các phòng điều hoà nhiệt độ.

Khi đã xác định được khu vực ngưng tụ nước, hoàn toàn có thể xác định được lượng nước ngưng tụ trong nội bộ kết cấu:

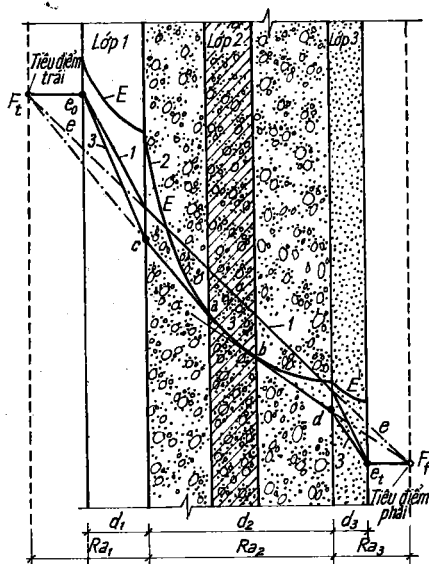
$$G_n = G_1 - G_2, \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \quad (5.9)$$

$$G_1 = \frac{e_t - e_a}{\sum Ra_a} \text{ (g/m}^2 \cdot \text{h)} - \text{lượng ẩm truyền từ mặt trong kết cấu đến mặt}$$

biên giới trong của phạm vi ngưng tụ trong kết cấu;

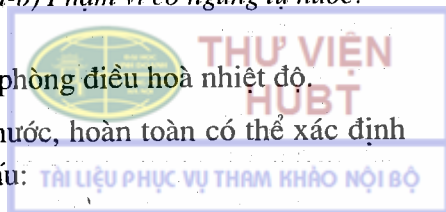
$$G_2 = \frac{e_b - e_n}{\sum Ra_b} \text{ (g/m}^2 \cdot \text{h)} - \text{lượng ẩm truyền từ mặt phân giới ngoài của}$$

khu vực ngưng tụ nước đến mặt ngoài kết cấu.



Hình 5.6: Phương pháp xác định phạm vi có ngưng tụ nước đối với kết cấu nhiều lớp.

1. Đường phân bố áp suất hơi nước (e), nếu trong kết cấu không có ngưng tụ nước;
2. Đường cong áp suất hơi nước bão hòa (E);
3. Đường phân bố áp suất hơi nước thực tế trong kết cấu; $a-b$) Phạm vi có ngưng tụ nước.



e_a, e_b là áp suất hơi nước ở mặt biên giới trong và ngoài của phạm vi ngưng tụ nước. ΣR_a và ΣR_b là tổng ảm trở các tầng ngoài phạm vi ngưng tụ nước ở bên trái và bên phải. Nếu như lượng ảm của kết cấu thu vào nhiều hơn lượng ảm phát ra thì nước ngưng tụ trong kết cấu ngày càng nhiều; phạm vi ngày càng lan rộng và kết cấu càng chóng bị phá hoại.

Ví dụ 5.2. Cho kết cấu tường gồm 3 lớp như ở ví dụ (5.1). Phương án a - sắp xếp các lớp từ trong ra ngoài như ở ví dụ (5.1). Phương án b: sắp xếp các lớp đối ngược lại, lớp bê tông cốt thép để trong cùng, phía ngoài của tường là lớp vữa trát. Điều kiện khí hậu ở trong và ngoài đối với 2 phương án là như nhau.

Hãy so sánh giữa hai phương án a và b về trạng thái nhiệt ẩm, xem phương án nào tốt hơn?

Giải:

Đối với phương án a, ở ví dụ 5.1, đã xác định được áp suất hơi nước phân bố trong kết cấu. Bây giờ để đánh giá trạng thái nhiệt ẩm của kết cấu, ta cần xác định nhiệt độ và áp suất hơi nước bão hoà ở các lớp.

Hệ số trao đổi nhiệt mặt trong tường $\alpha_t = 6,5$, nên nhiệt trở mặt trong tường $R_t = \frac{1}{\alpha_t} = 0,154$. Hệ số trao đổi nhiệt mặt ngoài tường $\alpha_n = 18$ nên

$$R_n = \frac{1}{\alpha_n} = 0,056.$$

Tổng nhiệt trở của tường

$$R_o = R_t + R_1 + R_2 + R_3 + R_n = 0,154 + \frac{0,015}{0,8} + \frac{0,15}{0,25} + \frac{0,05}{1,33} + 0,056 = 0,866$$

Nhiệt độ mặt ngoài:

$$t_n = t_n - \frac{t_n - t_t}{R_o} R_n$$

$$t_n = 30,3 - \frac{30,3 + 7}{0,866} \cdot 0,056 = 27,88^\circ \text{C}$$

$$\text{Nhiệt độ mặt trong lớp 3: } t_3 = t_n - \frac{t_n - t_t}{R_o} (R_n + R_3)$$

$$t_3 = 30,3 - \frac{30,3 + 7}{0,866} \left(0,056 + \frac{0,05}{1,33} \right) = 25,25^\circ \text{C}.$$

Tương tự có $t_2 = + 0,45^\circ \text{C}$ và $t_1 = \tau_1 = - 0,35^\circ \text{C}$.

Tương ứng với các nhiệt độ trên, theo phụ lục 4, ta có các trị số áp suất hơi nước bão hoà ở các bề mặt như sau: $E_n = 28,2 \text{ mmHg}$, $E_3 = 25,28 \text{ mmHg}$, $E_2 = 4,74 \text{ mmHg}$ và $E_1 = E_0 = 4,42 \text{ mmHg}$.

Kết quả tính toán thể hiện bằng biểu đồ ở hình 5.7a.

Trên hình 5.7a, đường phân bố áp suất hơi nước thực tế ở trong tường nằm dưới đường áp suất hơi nước bão hoà E , nên trong tường không có ngưng tụ nước.

Đối với phương án b (hình 5.7b), nhiệt độ mặt trong và mặt ngoài tường vẫn giống như ở phương án a, nhưng nhiệt độ ở bề mặt giữa các lớp sẽ khác đi. Từ hình 5.7b ta có:

Nhiệt độ t_3 , giữa lớp vữa và lớp cách nhiệt:

$$t_3 = 30,3 - \frac{30,3 + 7}{0,866} (0,056 + 0,019) = 27,07^\circ \text{C}.$$

Áp suất hơi nước bão hoà tương ứng $E_3 = 26,9 \text{ mmHg}$.

Nhiệt độ t_2 , giữa lớp cách nhiệt và lớp bê tông cốt thép:

$$t_2 = 30,3 - \frac{30,3 + 7}{0,866} (0,056 + 0,019 + 0,6) = 1,2^\circ \text{C}.$$

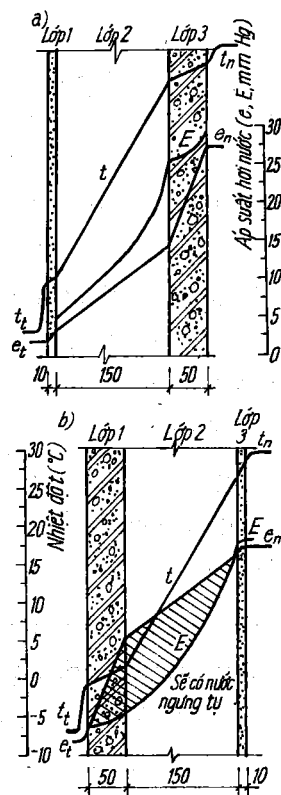
Áp suất hơi nước bão hoà tương ứng $E_2 = 5 \text{ mmHg}$.

Áp suất hơi nước ở bề mặt 3 (giữa lớp vữa và lớp cách nhiệt):

$$e_3 = e_n - \frac{e_n - e_t}{Ra_o} (Ra_n + Ra_3)$$

$$e_3 = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} (0,12 + 1,25) = 26,1 \text{ mmHg. và ở bề mặt 2 (giữa}$$

lớp cách nhiệt và lớp bê tông cốt thép):



Hình 5.7: Trạng thái nhiệt ẩm của tường cho trong ví dụ 5.2

$$e_3 = 27,53 - \frac{27,53 - 2,02}{24,8} (0,12 + 1,25 + 10,71) = 15,1 \text{ mmHg.}$$

Kết quả tính toán đối với phương án b được thể hiện trên hình 5.7b. Phân tích hình 5.7b, ta thấy có đoạn đường áp suất hơi nước thực tế (c) trong kết cấu lớn hơn đường áp suất hơi nước bão hoà (E), vì vậy trong tường sẽ có ngưng tụ nước. Do đó, sắp xếp các lớp vật liệu của tường theo phương án a tốt hơn phương án b.

5.2. TÍNH TRUYỀN ẨM THEO LÍ THUYẾT THỂ ẨM

Sự truyền ẩm trong vật liệu xây dựng và trong kết cấu ngăn che là kết quả tác động đồng thời của nhiều hiện tượng vật lý như: khuếch tán ẩm, nước mao dẫn, thấm ẩm, thấm nước, nhiệt động học, và giãn nở không khí chứa trong các lỗ rỗng của vật liệu. Để tính truyền ẩm trong vật liệu xây dựng và trong kết cấu ngăn che người ta thường dựa vào 3 lý thuyết khác nhau.

O.E.Vlaxov, K.F.Fôkin, F.V. Uskov [12, 14] đưa ra lý thuyết khuếch tán ẩm, cho rằng sự chuyển dịch ẩm trong vật liệu là do hơi nước xuyên thấm dưới tác dụng của gradien áp suất hơi nước chứa trong không khí ẩm nằm trong các lỗ rỗng của vật liệu. Phương pháp tính truyền ẩm trình bày trong mục 5.1.3 ở trên đã dựa theo lý thuyết này.

A.V.Lukôv [8] đưa ra lý thuyết dẫn ẩm nhiệt ẩm động học. Trong lý thuyết này người ta coi dung ẩm theo trọng lượng chứa trong vật liệu là thể ẩm. Ẩm được truyền từ chỗ vật liệu có dung ẩm cao sang chỗ vật liệu có dung ẩm thấp. Người ta cho rằng trong điều kiện đoạn nhiệt, dòng ẩm G ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$) dù ở dạng hơi hay dạng lỏng đều tỉ lệ thuận với gradien dung ẩm ∇U ($\text{kg ẩm/kg vật liệu khô}$), tức là:

$$G_u = -k \cdot \gamma_o \cdot \nabla U \quad (5.10)$$

k - hệ số dẫn ẩm của vật liệu;

γ_o - trọng lượng riêng của vật liệu khô.

Đối với trường hợp không đoạn nhiệt; ở trong vật liệu ẩm ngoài dòng ẩm G_u , còn có dòng ẩm G_t do gradien nhiệt gây ra. Hiện tượng này được gọi là dẫn ẩm nhiệt động học, và dòng ẩm trong vật liệu sẽ là:

$$G = i_u + i_t = -k\gamma_o (\nabla U + \delta \nabla t), \quad (5.11)$$

∇t - gradien nhiệt độ, độ/m;

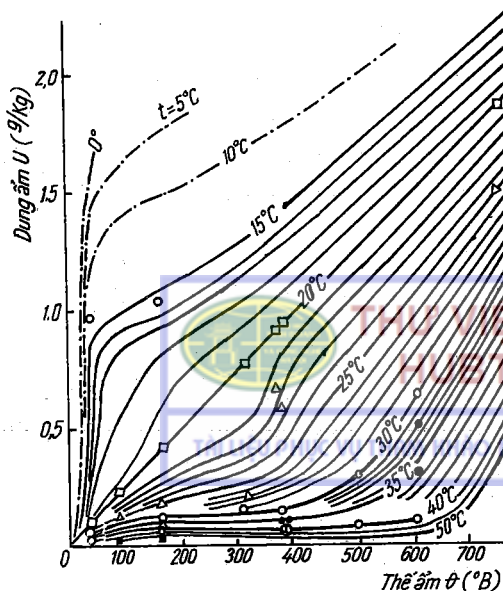
δ - hệ số dẫn ẩm nhiệt động học, $\delta = \frac{\nabla U}{\nabla t}$

Nhưng kết quả của các công trình nghiên cứu trong thời gian gần đây của nhiều tác giả nước ngoài đã chứng tỏ rằng lí thuyết khuếch tán ẩm cũng như lí thuyết dẫn ẩm nhiệt ẩm động học ở trên mới chỉ tính được kết quả chính xác trong một khoảng nhiệt độ và dung ẩm nhất định của vật liệu.

V.N.Bogoslovski [2; 3] đưa ra định đề: "Hai vật liệu ẩm cùng cân bằng ẩm với vật thứ ba thì chúng cân bằng ẩm với nhau". Trên cơ sở định đề đó ông đã xây dựng các nguyên tắc cơ bản về lí thuyết thể ẩm và lập được các phương trình vi phân của trường thể ẩm, điều đó đã cho phép mở rộng lĩnh vực lí thuyết dẫn ẩm nhiệt ẩm động học của A.V.Lukov để nghiên cứu quá trình dẫn ẩm ổn định và không ổn định trong kết cấu nhiều lớp với phạm vi ẩm rộng hơn.

Trong quá trình truyền ẩm, thể ẩm " θ " giữ vai trò giống như nhiệt độ " t " trong quá trình truyền nhiệt. Thể ẩm là hàm số của mức độ ẩm, loại vật liệu, áp suất, nhiệt độ và các thể của các trường thủy lực và lực thẩm thấu. Người ta thường dùng một loại vật liệu nhất định (thường là dùng giấy thấm) và nhiệt độ môi trường $t = 20^\circ\text{C}$ làm chuẩn để xây dựng thước đo lường thể ẩm, nhằm mục đích loại trừ ảnh hưởng của vật liệu và nhiệt độ đến trị số đo thể ẩm.

Thể ẩm được đo lường bằng độ ẩm ($^\circ\text{B}$). Dung ẩm của giấy thấm khi đã bão hoà ở nhiệt độ chuẩn ($t = 20^\circ\text{C}$) tương ứng với thể ẩm θ là 100°B , lúc giấy thấm hoàn toàn khô tương ứng với thể ẩm θ là 0°B . Mỗi độ của thể ẩm (1°B) là $1/100$ lượng ẩm bão hoà của giấy thấm ở nhiệt độ chuẩn. Căn cứ



Hình 5.8: Quan hệ giữa thể ẩm và dung ẩm của giấy thấm ứng với các nhiệt độ khác nhau.

vào kết quả thí nghiệm đã xác định được quan hệ giữa thế ẩm và dung ẩm của giấy thấm ứng với các nhiệt độ khác nhau [2], (hình 5.8).

Khi muốn đo thế ẩm của một lớp vật liệu nào đó trong kết cấu, ta đặt một lớp giấy thấm vào lớp vật liệu đó. Khi giữa giấy và vật liệu đã đạt tới trạng thái cân bằng ẩm thì ta lấy giấy thấm ra và đo lường dung ẩm của nó. Đồng thời đo nhiệt độ tại lớp đó. Từ số liệu dung ẩm và nhiệt độ của giấy, căn cứ vào biểu đồ hình 5.8 ta có thể xác định thế ẩm của lớp vật liệu đó.

Thế ẩm của môi trường không khí có thể xác định được bằng biểu đồ quan hệ giữa độ ẩm tương đối và nhiệt độ của không khí với thế ẩm của nó (hình 5.9).

Quá trình truyền ẩm theo chiều dày một lớp vật liệu nào đó (trường ẩm một chiều) được biểu diễn bằng phương trình vi phân của trường thế ẩm. Phương trình đó được thành lập trên cơ sở định luật bảo toàn vật chất và có dạng:

$$\eta(\theta; t) \gamma_0 \frac{\partial \theta}{\partial Z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu(\theta; t) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right]; \quad (5.12)$$

$\eta(\theta; t) = \frac{\partial u}{\partial \theta}$ - hệ số dung

ẩm của vật liệu (kg/kg, °B);

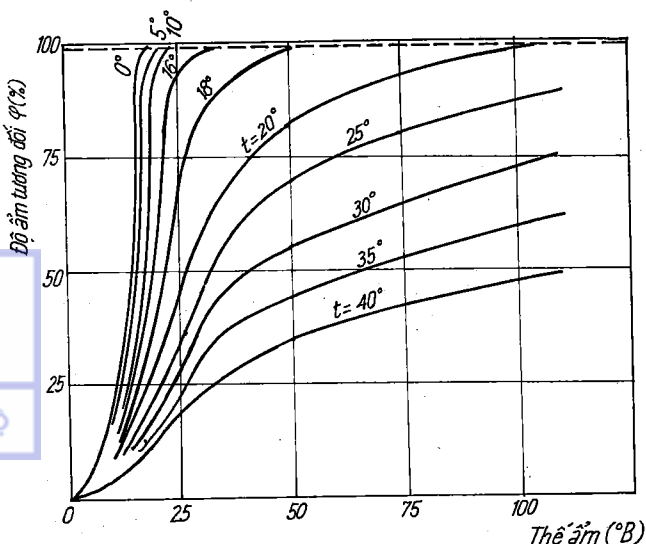
U - dung ẩm của vật liệu (kg/kg);

γ_0 - trọng lượng riêng của vật liệu khi hoàn toàn khô;

Z - thời gian;

X - toạ độ không gian (theo chiều dày lớp vật liệu);

$\mu(\theta; t)$ - hệ số dẫn ẩm của vật liệu (kg.m.h.°B), phụ thuộc thế ẩm và nhiệt độ của vật liệu.



Hình 5.9: Quan hệ giữa thế ẩm và độ ẩm của không khí khi nhiệt độ khác nhau.

Tương tự như phương trình truyền nhiệt (3.1) ở chương 3 và trên cơ sở quan trắc thí nghiệm, người ta thừa nhận rằng cường độ dòng ẩm truyền đi, tính bằng $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$, tỉ lệ thuận với gradien thế ẩm $\Delta\theta$ tính bằng $^\circ\text{B/m}$, tức là:

$$i = -\mu \cdot \Delta\theta \quad (5.13)$$

Trong điều kiện truyền ẩm ổn định, dòng ẩm truyền qua kết cấu từ trong ra ngoài, hay ngược lại, từ ngoài vào trong, phụ thuộc vào sự chênh lệch thế ẩm giữa môi trường trong và ngoài nhà. Thế ẩm của môi trường trong nhà (θ_i) có thể lấy gần đúng bằng thế ẩm của không khí trong phòng. Thế ẩm của môi trường ngoài nhà (θ_n) là một đại lượng phức tạp, nó không chỉ phụ thuộc vào tác dụng tổng hợp của độ ẩm và nhiệt độ không khí ngoài nhà, mà còn phải kể đến tác động của mưa, bức xạ mặt trời và gió nữa, tức là mọi yếu tố khí hậu có ảnh hưởng đến độ ẩm của kết cấu ngăn che. Người ta thường lấy thế ẩm của môi trường ngoài nhà gần bằng thế ẩm của lớp vật liệu mỏng sát mặt ngoài kết cấu ngăn che, bởi vì ẩm trở của mặt ngoài kết cấu là không đáng kể.

Lượng ẩm truyền qua kết cấu tính trên 1m^2 trong một giờ (nếu $\theta_i > \theta_n$) là

$$G = \frac{\theta_i - \theta_n}{Ra_o}, \quad (\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}); \quad (5.14)$$

Ra_o - tổng ẩm trở của kết cấu ngăn che.

Thế ẩm ở bề mặt một lớp vật liệu i bất kì trong kết cấu ngăn che nhiều lớp xác định theo công thức:

$$\theta_i = \theta_i - \frac{\theta_i - \theta_n}{Ra_o} \left(Ra_i + \sum_{i=1}^i Ra_i \right) \quad (5.15)$$

Công thức (5.15) tương tự công thức (3.31) khi tính truyền nhiệt ổn định.

5.3. TÁC ĐỘNG XÂM THỰC CỦA MÔI TRƯỜNG LÊN KẾT CẤU NGĂN CHE

Trong các nhà máy có quá trình sản xuất thải ra các dung dịch axit, kiềm và muối thường gây hiện tượng kết cấu ngăn che bị xâm thực. Trong bất kì một môi trường xâm thực nào, sự phá hoại của vật liệu phụ thuộc vào tốc độ của hai quá trình sau:

1. Tốc độ xuyên thấm của các chất xâm thực vào bề sâu của kết cấu;
2. Tốc độ phá hoại của vật liệu khi bị chất xâm thực tác động.

Môi trường ẩm là môi trường thích hợp nhất cho các tác động xâm thực vì rằng độ ẩm là chất hoà tan tốt cho các chất hoá học, tạo khả năng cho các chất xâm thực tác động nhanh. Ở môi trường khô, tác dụng xâm thực tiến triển chậm. Các vật liệu rỗng rất dễ hút ẩm nên các dung dịch xâm thực thấm rất nhanh vào bề sâu của các kết cấu làm bằng vật liệu dễ thấm nước.

Nước, ẩm không những hoà tan các chất xâm thực mà còn phân các phân tử hoá học ra thành các iông, những iông này nhiều lúc là nguyên nhân chính gây phá hoại, xâm thực. Nhiệt độ càng tăng tác dụng xâm thực của một số dung dịch và đặc biệt là sự hoạt động của iông càng tăng, vì vậy các kết cấu ngăn che dễ bị phá hoại, nhất là ở những phòng có độ ẩm và nhiệt độ cao.

Quá trình tăng nhanh hoà tan axit, kiềm, muối trong các môi trường ẩm và phân các phân tử của chúng thành các iông là do độ ẩm làm tăng độ dẫn điện và quá trình điện phân của các dung dịch. Vì thế, sự phá hoại và ăn mòn dưới tác động của các chất xâm thực trong môi trường ẩm gọi là sự ăn mòn điện phân, còn các chất xâm thực bị nước ẩm hoà tan và phân tích ra iông gọi là chất điện phân. Sự ăn mòn điện phân là tác động phá hoại chính đối với các kết cấu công trình của môi trường xâm thực.

Các iông bị phân tích trong quá trình điện phân và có tác động phá hoại lớn nhất là iông hydrôgen (H). Mức độ phá hoại của dung dịch axit hay kiềm phụ thuộc độ đậm đặc của các iông hydrôgen trong các dung dịch ấy (chỉ số pH).

Chỉ số pH là thước đo sự phá hoại vật liệu của các dung dịch xâm thực. Vật liệu theo tính chất tự nhiên của nó là trung tính. Tuy nhiên, một số lớn vật liệu không phải trung tính mà có tính kiềm, đối với các loại này, dung dịch axit sẽ rất nguy hiểm, còn dung dịch kiềm ít nguy hiểm hơn.

Một số dung dịch axit (như axit sunfuric và axit adôtic) độ đậm đặc càng tăng thì tác dụng phá hoại càng tăng. Một số dung dịch axit khác (như axit sunfuaro, axit photphoric) có tác dụng phá hoại rất lớn ngay khi có độ đậm đặc thấp. Do đó, nơi nào có nhiều loại axit kể trên thì bê tông rất chóng hỏng.

Trong số các dung dịch kiềm có tác dụng phá hoại nhiều nhất (với bất kỳ độ đặc nào) là dung dịch xút (hydrôxít natrium) và pôtat (hydrôxít kali). Những dung dịch kiềm khác đối với các vật liệu xây dựng có tính kiềm, ví dụ bê tông, không có tác dụng phá hoại mấy.

Dung dịch hoà tan của các muối có mức độ phá hoại rất khác nhau. Nguy hiểm nhất đối với bê tông là dung dịch các muối của axit sunfuric. Các muối này tác dụng với các hợp chất của xi măng, sẽ tạo ra thạch cao và các chất mà khối tích của nó thường tăng lên gấp mấy lần và đó là nguyên nhân làm nứt và phá hoại kết cấu bê tông. Những loại muối khác như muối ăn (clorua natrium) cũng có tác dụng phá hoại nhưng không lớn.

Dưới tác động của độ ẩm, các quá trình xâm thực sẽ xảy ra không giống nhau đối với các loại vật liệu và kết cấu khác nhau. Thường thường, các dung dịch axit tác dụng mạnh lên kết cấu làm bằng vật liệu rỗng. Lớp kết cấu bị phá hoại dày bao nhiêu là do độ thấm thấu của dung dịch vào các lớp của kết cấu quyết định. Móng, mặt sàn, bề tường là những bộ phận kết cấu thường tiếp xúc với các dung dịch xâm thực, nên dễ bị hư hỏng nhất. Khi các kết cấu thép mỏng, chẳng hạn thép lá lợp mái nhà công nghiệp ở lâu trong môi trường không khí ẩm có chứa sunfurơ cũng dễ bị phá hoại cục bộ. Sự phá hoại nguy hiểm nhất của xâm thực là các chất ăn mòn thấm vào đường nứt trong kết cấu. Các dung dịch muối tác dụng lên các khe nứt, rồi khi độ ẩm thay đổi sẽ kết tinh trong khe nứt và làm kết cấu rạn nứt thêm. Loại phá hoại này thường xảy ra ở phần bề tường của những vùng nước mặn (ví dụ Hải Phòng).

Tác động phá hoại của môi trường xâm thực rất mạnh và nhiều khi gây tác hại lớn cho công tác xây dựng. Vì vậy, khi thiết kế và xây dựng phải thấy hết nguyên nhân gây ra những tác động phá hoại, để tìm ra các biện pháp cấu tạo thích hợp.

5.4. ĐỘ BỀN LÂU CỦA KẾT CẤU NGĂN CHE

5.4.1. Độ bền lâu của kết cấu ngăn che

Độ bền lâu của công trình chính là độ dài thời gian mà các bộ phận cơ bản của kết cấu khi bị tác động phá hoại của môi trường xung quanh như quá trình sử dụng, nhiệt độ dao động, độ ẩm biến đổi, mưa, nắng và môi trường xâm thực v.v.. vẫn giữ được độ vững chắc và các đặc tính cơ lí ban đầu của chúng, không cần phải sửa chữa hay thay thế bằng các cấu kiện mới.

Độ bền lâu có ý nghĩa rất quan trọng đối với giá thành công trình. Độ bền lâu của từng cấu kiện có thể không đồng nhất với độ bền lâu của toàn

công trình. Thông thường kết cấu ngăn che có độ bền kém hơn độ bền của kết cấu chịu lực; đặc biệt là ở các công trình có khung chịu lực, các mảng vách ngăn nằm trong khung đó thường có độ bền kém hơn, nhưng lại trực tiếp tiếp xúc với mưa nắng và môi trường phá hoại, nên lại càng chóng hỏng. Hiện tượng này dẫn đến những đòi hỏi sửa chữa phức tạp, ảnh hưởng đến sản xuất, sinh hoạt và giá thành công trình, vì vậy tăng cường độ bền của các lớp kết cấu bao phủ bề mặt tường và mái nhà là một yêu cầu quan trọng trong công tác thiết kế các công trình kiến trúc.

Kinh nghiệm xây dựng và sử dụng thực tế cũng như kết quả nghiên cứu, thực nghiệm của các Viện khoa học nước ngoài chứng tỏ rằng độ bền lâu của các kết cấu bao phủ nhà phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu và sự tác động của độ ẩm và dao động nhiệt lên kết cấu bao phủ đó.

Thông thường độ bền của các kết cấu ngăn che bị hư hại nhanh là vì các hệ vết rạn nứt do ứng suất vượt quá độ bền lâu của kết cấu. Các ứng suất đó thường do trường nhiệt và trường ẩm phân bố không đều trong kết cấu gây ra, đặc biệt là đối với các kết cấu có kích thước lớn, lại chịu mưa nắng thường xuyên, hoặc ở các công trình có quá trình sản xuất phát sinh nhiều nhiệt và hơi nước. Trong trường hợp này có thể đánh giá mức độ làm hư hại kết cấu bằng một đại lượng không thứ nguyên $H = \frac{\sigma \cdot \Delta \cdot \alpha \cdot L}{E} n$,

Δ - gradien nhiệt độ hay gradien độ ẩm theo chiều dày kết cấu (độ/cm hay %/cm);

α - hệ số giãn nở hay co ngót của kết cấu (1/độ hay 1/%);

L - kích thước đặc trưng của kết cấu;

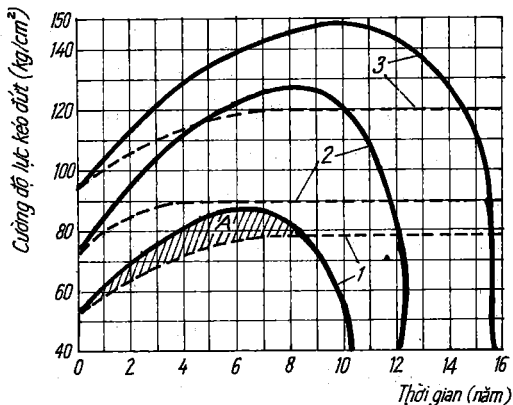
σ - ứng suất của vật liệu ứng với 1 đơn vị gradien nhiệt độ hay độ ẩm (kg/cm^2);

E - môđun đàn hồi của kết cấu (kg/cm^2);

n - số lần chu kỳ tác dụng trong một đơn vị thời gian (1/năm).

Thời hạn sử dụng của kết cấu thường tỉ lệ nghịch với đại lượng H ở trên. Hệ số tỉ lệ đó phụ thuộc vào tính chất của vật liệu, kết cấu và thường được xác định bằng thực nghiệm.

Hình 5.10 cho kết quả thí nghiệm ở Liên Xô [6] về biến thiên cường độ lực kéo đứt theo thời gian của các loại giấy dầu trong điều kiện khí hậu ôn hoà (nhiệt độ của môi trường khoảng 25°C). Đường cong đậm ứng với giấy dầu phủ trên mái nhà, còn đường cong đứt đoạn ứng với giấy dầu để ở trong phòng. Từ hình 5.10 ta thấy thời gian sử dụng các loại giấy dầu khoảng 10-15 năm, nhưng trong điều kiện khí hậu nước ta, thời gian sử dụng thực tế của giấy dầu chỉ vào khoảng 2 ~ 4 năm mà thôi.



Hình 5.10: Cường độ lực kéo đứt của giấy dầu biến thiên theo thời gian.

1. Loại giấy dầu có trọng lượng nhỏ.
2. Loại giấy dầu có trọng lượng trung bình
3. Loại giấy dầu có trọng lượng lớn.

Độ bền lâu (thời hạn sử dụng) của các kết cấu ngăn che và các bộ phận của chúng, trước hết có liên quan với sự xuất hiện các khe hở của mối nối, sự tách lớp và các khe nứt nẻ trên bề mặt kết cấu, chẳng hạn mối nối giữa mái đua và tường, giữa sênô và mái, giữa ống nước và sênô, giữa cửa và tường, giữa panen với nhau và giữa các lớp vật liệu trong panen, trong tường và trong mái. Mức độ hao mòn và hư hỏng các bộ phận kết cấu đó có thể coi là sự hao mòn về tính không xuyên

thấm của chúng, được đánh giá như sau: $H = \frac{R_{yc} - R_{tt}}{R_{yc}}$, trong đó R_{yc} và R_{tt} -

sức trở kháng yêu cầu và thực tế của bộ phận kết cấu đối với sự xuyên thấm của ẩm hay của các chất khí, chất lỏng khác.

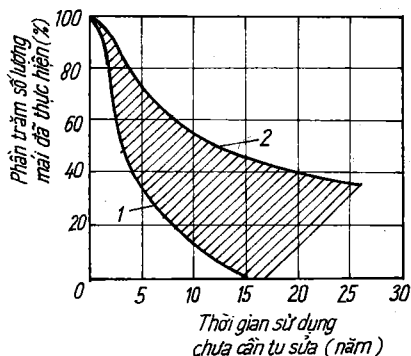
Độ bền của kết cấu ngăn che thường có liên quan đến sự tác động nhiệt và ẩm không ổn định (nóng, lạnh hay khô, ẩm theo chu kỳ). Vì vậy, khi đánh giá thời gian sử dụng của kết cấu ngăn che bằng thực nghiệm cần thiết lập điều kiện môi trường thí nghiệm có số lần chu kỳ nhiệt ẩm tác động tương tự như điều kiện khí hậu ngoài nhà và điều kiện vi khí hậu thực tế trong phòng. Sự đánh giá này thường được thực hiện bằng nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình. Tuy nhiên, kết quả chỉ có tính gần đúng, vì kích thước mẫu thí nghiệm nhỏ hơn thực tế rất nhiều và thời gian thực nghiệm thường phải kéo dài. Vì vậy, đã xuất hiện những phương hướng khác trong việc nghiên cứu

về độ bền lâu. Một trong những phương hướng đó dựa trên quan niệm độ bền của một vật rắn thực tế bất kỳ - trong đó bao gồm cả vật liệu xây dựng - phụ thuộc vào thời gian tác động của các phụ tải phá hoại, thời gian đó sẽ giảm nếu cường độ phụ tải tăng lên.

Trên cơ sở lý thuyết điều khiển học nghiên cứu về sự biến đổi độ bền của vật liệu, người ta đã thiết lập được sự phụ thuộc của quá trình biến đổi cấu trúc của vật liệu (làm vật liệu bị phá hoại hoặc vững chắc thêm) vào ứng suất và thời gian trong điều kiện tác động nhiệt ẩm và gió cũng như các tải trọng cơ học khác. Thời gian cần thiết kể các yếu tố ngoại cảnh tác động gây ra sự cắt đứt mối liên hệ giữa các phân tử, nguyên tử trong vật liệu, phát sinh các vết nứt, dần dần phá cấu trúc của vật liệu đối với mỗi nhân tố tác dụng được kí hiệu là $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_i$. Thời gian bền lâu của vật liệu " Z_Σ " khi chịu tác động của nhiều nhân tố của môi trường được xác định từ biểu thức sau:

$$\frac{1}{Z_\Sigma} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_i} \quad (5.16)$$

Một phương hướng nữa trong việc nghiên cứu độ bền lâu của kết cấu ngăn che là tiến hành khảo sát hàng loạt công trình thực tế và áp dụng toán xác suất khi gia công số liệu đo lường để tìm ra các quy luật phá hoại và thời gian bền lâu của kết cấu. Hình 5.11 giới thiệu kết quả khảo sát thực tế ở Liên Xô do B.M.Kôlôtilkin tiến hành về độ bền của fibrô-ximăng lợp trên mái nhà ở có hầm mái. Đường cong 1 là đối với nhà ở nhiều tầng, đường cong 2



Hình 5.11: Thời gian sử dụng chưa cần tu sửa của mái bằng fibrô-ximăng lợp trên nhà ở có hầm mái.

là đối với nhà ở một tầng riêng biệt. Sau 4 năm sử dụng, hơn 60% và sau 8 năm 90% số nhà cao tầng cần tu sửa mái và giới hạn độ bền của mái lâu nhất (không cần tu sửa) vào khoảng 15 năm. Đối với nhà ở một tầng riêng biệt, độ bền của mái lớn hơn nhiều. Nguyên nhân có thể là do mái nhà dốc hơn, được người sử dụng bảo dưỡng cẩn thận hơn và tầng hầm mái thường được tận dụng làm kho chứa hoặc chỗ ngủ.

5.4.2. Các biện pháp nâng cao độ bền của nhà

Độ bền của nhà phụ thuộc vào chất lượng vật liệu, giải pháp kết cấu, tính chất các lớp bảo vệ phía ngoài của kết cấu ngăn che, các biện pháp hạn chế tác động của các nhân tố khí hậu lên công trình, cũng như phụ thuộc vào chất lượng và kĩ thuật thi công công trình. Điều quan trọng nhất là làm sao bảo đảm tính chất vật lí cơ học của vật liệu xây dựng không biến đổi theo thời gian.

Phần lớn các vật liệu xây dựng là vật liệu không đồng nhất, được cấu tạo bởi nhiều bộ phận có các tính chất cơ lí khác nhau, ví dụ bê tông cốt thép hợp bởi xi măng, sỏi, cát, thép, các lỗ ti ti chứa khí. Khi trường nhiệt ẩm trong vật liệu không đều, hoặc biến đổi, các thành phần trong vật liệu sẽ dẫn nở khác nhau, ở chỗ tiếp giáp giữa chúng sẽ xuất hiện các ứng suất, các ứng suất đó tỉ lệ thuận với sự khác nhau về hệ số nở nhiệt và gradien nhiệt ẩm. Ứng suất đó có thể vượt quá lực liên kết giữa các bộ phận hợp thành của vật liệu và từ đó dần dần hình thành các vết nứt phá hoại vật liệu. Vì vậy khi sản xuất vật liệu xây dựng như bê tông chẳng hạn, phải chú ý chọn lựa các vật liệu hợp thành có hệ số dẫn nở nhiệt khác nhau bé nhất (xem bảng 5.2)

Bảng 5.2. Hệ số dẫn nở nhiệt của một số vật liệu

Vật liệu xây dựng	Trọng lượng riêng (kg/m ³)	Hệ số dẫn nở nhiệt $\alpha \cdot 10^{-6}$ 1/độ
Vữa xi măng	1800	10 - 12
Vữa tam hợp	1800	9
Vữa tam hợp (cát thạch anh)	1600	6,0 - 7,5
Gạch đất sét nung	1700	5 - 6
Gạch xi-li-cát	1900	8 - 9
Xi lò	700 - 1000	2,6 - 5,5
Đá granit	2800	2,6
Cát sông, suối	200	4,0 - 4,7
Bê tông kêramdit (dùng cát thạch anh)	1500 - 1700	7 - 8
Bê tông kêramdit (dùng cát kêramdit)	1300 - 1400	6 - 7
Bê tông xilicát hơi	500 - 800	6 - 8
Bê tông hơi	400 - 800	7 - 8
Bê tông bọt	500 - 800	8,0 - 8,5

Sự phá hoại vật liệu do dao động nhiệt độ gây ra rõ rệt nhất là đối với mái nhà, vì nó chịu bức xạ mặt trời lớn nhất và đối với các kết cấu ngăn che ở trong nhà công nghiệp có lượng bức xạ lớn. Nhiệt độ ở các bề mặt kết cấu

đó có thể lên tới 70 - 100°C, ở nhiệt độ này, lực liên kết giữa xi măng và đá cũng như giữa bê tông và cốt thép đều yếu đi rõ rệt. Vật liệu bề mặt mái nhà ở nước ta bị chóng hỏng, theo chúng tôi nghĩ, còn do một trong những nguyên nhân chính là mưa nắng thất thường. Về mùa hè nhiều khi trời nắng to, nhiệt độ mặt mái lên tới 70 - 80°C, có mưa rào, nhiệt độ đột nhiên hạ xuống 30 - 40°C, làm cho vật liệu dãn nở đột ngột và không đều, sinh ra nứt nẻ và phá hoại vật liệu. Để chống lại tác dụng phá hoại này, người ta thường cấu tạo mái bằng với lớp bảo vệ bên ngoài, không để lớp cách nước trực tiếp với mưa nắng.

Trong điều kiện nhiệt độ cùng độ ẩm biến đổi nhanh, vật liệu có lỗ rỗng kín bền vững hơn vật liệu có lỗ rỗng hở, dễ thấm ẩm. Vì vậy việc tạo ra các lỗ rỗng kín, không thông với nhau, là một biện pháp chống lại sự phá hoại vật liệu do ẩm gây ra. Bê tông có cấp phối tốt và tỉ lệ nước lúc sản xuất ít sẽ vững chắc hơn, ít lỗ rỗng hơn, có sức chống lại phá hoại của nhiệt ẩm mạnh hơn.

Độ bền của bê tông phụ thuộc rất nhiều vào các chất phụ gia. Ví dụ khi cho thêm bã rượu sunfit hay nhựa abietin ($C_{53}H_{76}.O_8$) hoạt tính của bê tông sẽ tăng lên, tăng cường độ đông đặc và độ vững chắc của màng bọc các lỗ rỗng và do đó bê tông sẽ bền vững hơn.

Để tăng cường độ bền của nhà khi thiết kế, cần tính đến các biện pháp bảo đảm trường nhiệt đồng nhất, kết cấu không bị quá ẩm và dễ dàng sửa chữa. Trong kết cấu nhiều lớp, nếu nối các lớp vật liệu dẫn nhiệt kém bằng các cầu nối từng điểm hoặc trên toàn bộ bề mặt, theo hướng nhiệt truyền bằng các vật liệu dẫn nhiệt mạnh như kim loại, bê tông cốt thép v.v... là một biện pháp không hợp lý và độ bền của kết cấu sẽ giảm đi khi làm việc trong điều kiện khí hậu nóng ẩm.

Trong điều kiện khí hậu nước ta, mưa thường kết hợp với gió, nên lượng mưa hắt vào tường lớn; do đó một trong những biện pháp quan trọng bảo đảm độ bền của tường là dùng các lớp phủ mặt tường chống nước mưa thấm sâu vào như trát vữa mác cao, ốp mặt tường bằng đá xẻ, granitô, đá "rửa", gạch tráng men v.v... Đối với các kết cấu bằng gỗ hay kim loại như cửa, lan can cần dùng sơn để bảo vệ khỏi bị phá hoại do môi trường ẩm.

Biện pháp chống phá hoại do môi trường ẩm gây ra không chỉ đơn thuần dùng các lớp bao phủ chống nước mưa thấm, mà còn phải kết hợp với các biện pháp thông gió, làm cho kết cấu chóng khô ráo và môi trường không bị ứ đọng ẩm. Kết cấu ngăn che có tầng không khí lưu thông không những có tác dụng cách nhiệt bức xạ mặt trời tốt mà về phương diện độ bền lâu cũng tốt vì nó luôn luôn được thông thoáng, ít bị ẩm.

6.1. TÁC DỤNG CỦA BỨC XẠ MẶT TRỜI

Trong xây dựng kiến trúc ta quan tâm đến những tác dụng sau của bức xạ mặt trời:

1. Tác dụng trực tiếp lên cơ thể con người

Theo tài liệu của Hội đồng Chiếu sáng Quốc tế, phần tia tử ngoại trong bức xạ mặt trời được phân thành 3 nhóm: nhóm A với bước sóng từ 0,315 đến 0,400 μm , nhóm B từ 0,28 đến 0,315 μm và nhóm C từ 0,100 đến 0,280 μm ($1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$).

Tử ngoại nhóm A có tác dụng đẩy mạnh quá trình hình thành sắc tố trên mặt da, tạo thành màu da bánh mật. Tử ngoại nhóm B có tác dụng tăng cường các iod trong tuyến giáp trạng và phát triển hồng cầu cũng như bạch cầu. Dưới tác dụng của các tia tử ngoại, vitamin D được hình thành trên da và sau đó thấm vào máu, rất cần thiết cho sự phát triển vỏ xương. Do đó, nắng chiếu vừa phải sẽ có tác dụng chữa bệnh còi xương cho trẻ em. Giả thử trẻ em nuôi trong điều kiện hoàn toàn không có ánh sáng, mỗi ngày phải uống 5 lít sữa bò tươi mới đủ lượng vitamin D cần thiết cho sự phát triển cơ thể. Nếu được thường xuyên chơi ngoài trời, trẻ em rất ít khi bị bệnh còi xương. Trẻ em các xứ phía Bắc bị còi xương nhiều hơn ở phía Nam. Nhưng nếu tia tử ngoại chiếu vào người nhiều quá thì cũng có hại, có thể gây bệnh ung thư da, ung thư môi dưới.

Tia đỏ và tia hồng ngoại (bước sóng $> 0,78\mu\text{m}$) có khả năng xâm nhập vào cơ thể sâu hơn tia tử ngoại. Nếu lượng tia hồng ngoại chiếu vào người vừa phải thì có tác dụng đẩy mạnh quá trình liền da của các vết thương và tránh được viêm nhiễm, nhưng nếu mạnh quá sẽ gây nóng bỏng da, cảm nắng và có khi nguy hiểm tính mạng.

2. Tác dụng vệ sinh môi trường

Tia tử ngoại và bức xạ mặt trời, nói chung, có tác dụng giết một số vi khuẩn và vi trùng, phòng ngừa được một số bệnh như cảm, khó thở, sung

amidan, sung phế quản v.v... Kết quả thí nghiệm của nhiều tác giả nước ngoài chứng tỏ: dưới tác dụng của tia nắng, vi trùngcoli mất khả năng sinh sản, vi trùng lao sẽ chết khi bị chiếu nắng 11 giờ, bào tử bệnh nhiệt thán chết khi bị chiếu nắng 29 - 54 giờ và vi trùng bệnh thương hàn chết khi bị chiếu nắng 6 - 10 giờ.

3. Tác dụng ánh sáng

Khoảng 50% năng lượng bức xạ mặt trời là những tia nhìn thấy ($\lambda = 0,38 - 0,76\mu\text{m}$), 43% nằm trong phần hồng ngoại và 7% nằm trong phần tử ngoại.

Năng lượng bức xạ mặt trời trong phần tia nhìn thấy gây ra cảm giác sáng do các tia trực tiếp (tia nắng), khúc tán (ánh sáng của bầu trời) hay phản xạ từ mặt đất và công trình. Ánh sáng này đủ đảm bảo cho con người làm việc tạo nên một môi trường sáng sủa và ấm cúng trong phòng. Nhưng nếu ánh sáng quá nhiều sẽ gây ra hiện tượng chói lóa, không nhìn rõ vật nữa.

4. Tác dụng nhiệt

Ngoài các tác dụng tốt, đảm bảo vệ sinh, cung cấp ánh sáng ra, bức xạ mặt trời còn mang theo lượng nhiệt và gây ra các tác dụng sau:

- Đốt nóng phòng, đối với mùa Đông thì có ích, nhưng ở nước ta có mùa Hè kéo dài, nên tác dụng này phần lớn là có hại. Làm việc dưới nắng trực tiếp, con người dễ mệt mỏi, năng suất lao động giảm sút, nếu nắng quá mạnh dễ bị cảm nắng, nguy hiểm đến tính mạng;

- Làm nhiệt độ trong phòng phân bố không đều, dao động mạnh trong ngày, gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng sản phẩm, nhất là đối với các nhà máy dệt, sản xuất dụng cụ quang học, thiết kế điện tử và xưởng ấn loát v.v...

- Phá hoại dần đồ đạc trong phòng, làm tranh ảnh chóng bạc màu, sách vở, tài liệu chóng bị giòn nát, đồng thời làm cho vật liệu xây dựng co dãn nhiều lần, sinh ra nứt nẻ, chóng bị phá hoại.

5. Tác dụng tạo hình

Tia nắng trực tiếp của mặt trời sẽ tạo thành các bóng tối sáng rất rõ rệt, có tác dụng nâng cao tính nghệ thuật của các hiện vật trưng bày như tượng, mô hình v.v... Đối với các công trình kiến trúc, bóng đổ do tia nắng mặt trời có ý nghĩa rất lớn để tạo hình trong kiến trúc, cũng như trong phong cảnh của quy hoạch chung. Ngược lại, nếu tia mặt trời chiếu thẳng góc với mặt nhà thì hiệu quả nghệ thuật của công trình sẽ giảm xuống rõ rệt.

Như vậy, ta thấy mặt trời với công tác thiết kế kiến trúc cũng như quy hoạch có liên quan hết sức mật thiết. Chúng ta phải hiểu biết một cách đầy đủ về bức xạ và đường chuyển động biểu kiến của mặt trời để vận dụng thành thạo các phương pháp thiết kế che nắng, chiếu nắng và tạo bóng râm trong kiến trúc, đảm bảo che nắng, chiếu nắng hợp lý cho từng loại phòng, tạo điều kiện làm việc và sinh hoạt tốt cho con người. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nước ta, vấn đề che nắng cho nhà, đường phố, công viên v.v... lại càng quan trọng. Mặt khác chúng ta phải lợi dụng ánh nắng mặt trời để làm tăng giá trị thẩm mỹ mặt ngoài công trình cũng như vật triển lãm v. v... Muốn vậy, việc lựa chọn hướng nhà, xác định khoảng cách công trình, bố trí quy hoạch cũng như thiết kế hình khối kiến trúc và các kết cấu che nắng phải thật hợp lý để khai thác đầy đủ mặt có lợi của bức xạ mặt trời và hết sức hạn chế tác hại của nó.

6.2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI THIẾT KẾ CHE VÀ CHIẾU NẮNG

6.2.1. Đối với nhà dân dụng

Về mùa lạnh cần có nắng chiếu vào phòng để sưởi ấm và đảm bảo vệ sinh môi trường trong các phòng, nhất là khu vệ sinh và tắm rửa. Không nên cho nắng buổi chiều chiếu vào phòng ngủ và làm việc. Về mùa nóng cần che nắng cho phòng ở tất cả các giờ nóng. Thời gian cần che nắng cho phòng được xác định bằng hai điều kiện đồng thời (tài liệu [19]):

- Khi nhiệt độ hiệu quả tương đương của không khí và bức xạ mặt trời chiếu trên mặt nhà ≥ 27 độ:

- Đồng thời bức xạ mặt trời chiếu trên mặt nhà $I \geq 230 \text{ kcal/m}^2\text{h}$.

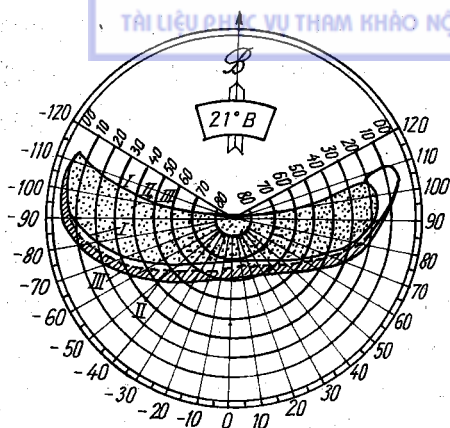
Hình 6.1:

Chỉ tiêu che nắng cho nhà dân dụng xây dựng ở khu vực Hà Nội

Đường cong III - Đối với nhà có tiện nghi cao;

Đường cong II - Đối với nhà có tiện nghi khá;

Đường cong I - Đối với nhà có tiện nghi trung bình



Ví dụ, phân tích số liệu nhiệt độ, độ ẩm, gió và bức xạ mặt trời ở Hà Nội, đã xác định được các giờ theo từng tháng trong năm thỏa mãn điều kiện trên, đó là các giờ cần che nắng trong phòng. Ghi các giờ đó lên biểu đồ mặt trời (hình vẽ ở phụ lục 1), đường bao của tất cả các giờ cần che nắng trong năm được gọi là chỉ tiêu che nắng. Hình 6.1 là chỉ tiêu che nắng cho nhà dân dụng xây dựng ở khu vực Hà Nội (đảm bảo trong nhà không bị nóng do bức xạ mặt trời chiếu qua cửa gây ra).

Đối với lớp học và các phòng làm việc kiểu hành chính, ngoài yêu cầu chống nóng còn có yêu cầu chống chói, tức là không được cho nắng chiếu thẳng vào mặt người, mặt bàn học, bàn làm việc.

Đối với nhà trẻ, nhà mẫu giáo, bệnh viện và nhà an dưỡng lại rất cần nắng chiếu vào phòng lúc sáng sớm. Sân bãi vui chơi và nơi ngồi nghỉ, dạo mát v.v... cần có nắng chiếu một phần và một phần được che râm.

Ở ban công, hiên, lôgia rất cần có nắng chiếu vào trong mùa Đông.

6.2.2. Đối với nhà công nghiệp

Nắng chiếu vào các nhà sản xuất thường gây ra tác hại, ảnh hưởng xấu đến quá trình sản xuất, đặc biệt là đối với nhà máy hóa chất, thực phẩm và sản xuất dụng cụ chính xác. Nắng chiếu có thể làm biến đổi tính chất hóa lý của hóa chất, gây dẫn nổ, bốc hơi, cháy, làm thay đổi độ nhớt và mật độ của chất lỏng và làm phai màu. Ngoài ra nắng chiếu còn gây ảnh hưởng đến độ nhìn của công nhân như gây chói, lóa mắt.

Do đó, không nên cho nắng chiếu vào khu vực sản xuất, đặc biệt là không được để nắng chiếu vào các thiết bị chuyển động quay hay di động nhanh (làm lóa mắt dễ gây tai nạn lao động), không được cho nắng chiếu vào thiết bị hóa và hóa chất, dụng cụ và thiết bị tinh vi.

6.2.3. Đối với nhà chăn nuôi gia súc

Các chuồng gia súc, nói chung, đều cần có một lượng nắng chiếu vào nhất định. Nuôi trong điều kiện thiếu nắng thì gà sẽ chậm lớn, chất lượng thịt không ngon, số lượng trứng gà đẻ hàng năm sẽ ít hơn hẳn so với gà nuôi được chiếu nắng vừa phải. Những chuồng lợn vỗ béo và lợn đực giống (loại lợn ít ra sân chơi) cũng cần có nắng chiếu vào lúc sáng sớm hay xế chiều, trâu bò hàng ngày thường được thả ra bãi cỏ nên chuồng trâu bò không cần chiếu nắng nhiều như các loại chuồng khác v.v...

Năng còn có tác dụng diệt vi trùng, đảm bảo vệ sinh môi trường trong chuồng trại. Vì vậy khi thiết kế, nên bố trí thời gian nắng chiếu vào chuồng diệt vi trùng phù hợp thời gian gia súc được thả ra ngoài sân bãi. Mặt khác, về mùa hè ở nước ta rất nóng, nên khi thiết kế cũng cần chú ý đến yêu cầu che nắng cho chuồng trại cũng như sân bãi của gia súc vào các ngày giờ nóng bức. Ở một số trại nuôi gà ở nước ta hiện nay về mùa hè nóng quá đã làm cho số gà chết chiếm một tỉ lệ đáng lo ngại.

6.3. THIẾT KẾ KẾT CẤU CHE NẮNG

Thiết kế kết cấu che nắng gồm hai vấn đề:

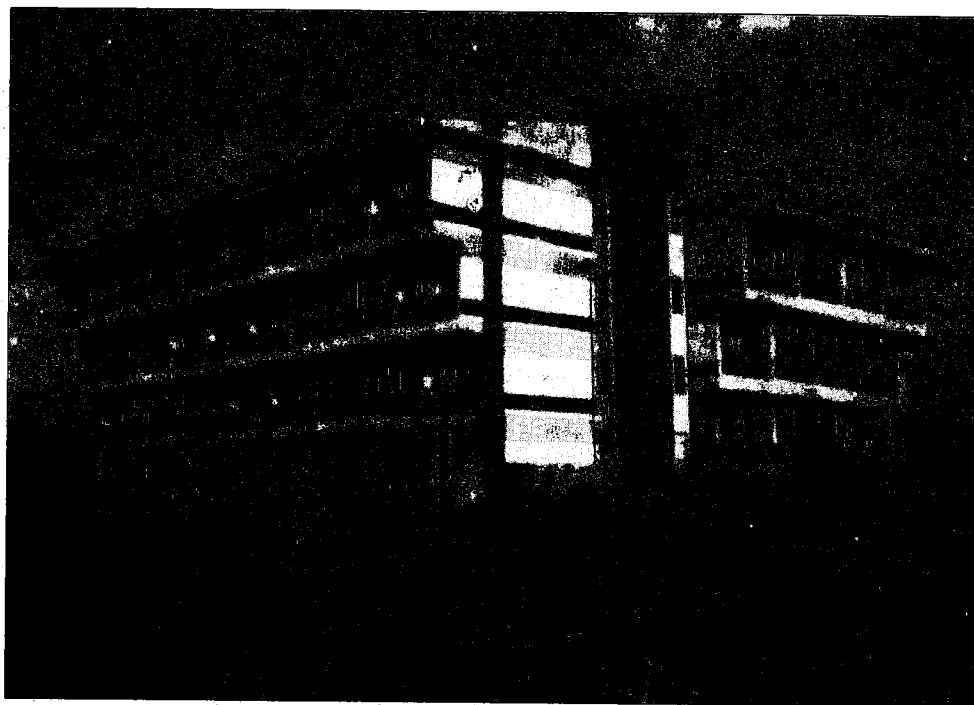
- Lựa chọn hình thức kết cấu che nắng thích hợp với từng công trình và ứng với từng mặt nhà;
- Xác định kích thước hợp lý của kết cấu che nắng.

Việc lựa chọn hình thức và xác định kích thước kết cấu che nắng đều xuất phát từ yêu cầu và tiêu chuẩn che nắng của nhà.

6.3.1. Lựa chọn hình thức kết cấu che nắng

Khi thiết kế che nắng, bao giờ cũng phải lựa chọn hình thức kết cấu che nắng trước, sau đó mới xác định kích thước của chúng. Nếu hình thức không hợp lý sẽ gây lãng phí, vì kích thước kết cấu che nắng sẽ tăng lên và có trường hợp dù tăng kích thước vẫn không che được nắng. Muốn lựa chọn hình thức kết cấu che nắng hợp lý phải nắm vững đường chuyển động biểu kiến của mặt trời (phụ lục 1), đặc tính của từng kết cấu che nắng và hiệu quả của chúng về các mặt ngăn nhiệt bức xạ, thông gió tự nhiên, chiếu sáng, che mưa và hiệu quả nghệ thuật kiến trúc.

Kết cấu che nắng được phân thành kết cấu cố định và kết cấu di động. Kết cấu cố định gồm các loại kết cấu che nắng nằm ngang (ô văng, tấm ngang, mái đua, ban công, hành lang, hiên v.v...), các loại kết cấu che nắng đứng (sườn đứng, tấm đứng, tấm chắn trước cửa hoặc chớp) và các loại che nắng hỗn hợp kiểu tổ ong, lôgia, lưới thanh ô vuông v.v... Kết cấu di động bao gồm: chớp quay ngang hay quay đứng, mái đua di động, mui che bằng vải hay nilông, cánh phên, cánh liếp v.v...



Hình 6.2. Nhà kiểu đua tầng, có tác dụng như tấm che nắng nằm ngang.

Kí túc xá Trường Đại học Tây Nguyên

(Thiết kế: KTS. Vũ Xuân Phương, cố vấn : PGS. KTS. Đặng Thái Hoàng.

Viện nghiên cứu Thiết kế Trường học giới thiệu)



THƯ VIỆN
HUÂN

1. Các loại che nắng nằm ngang (hình 6.2)

Loại này che được mặt trời ở vị trí tương đối cao, nên phù hợp với các cửa sổ hướng Nam và các hướng lân cận... Khi dùng tấm ngang để che mặt trời thấp hơn 45° , phải cấu tạo kết cấu che nắng thành nhiều tấm ngang đặt nghiêng với mặt phẳng nằm ngang. Cấu tạo như vậy có tác dụng làm cho ánh sáng chiếu vào phòng êm dịu hơn, vì chỉ có ánh sáng gián tiếp phản xạ từ kết cấu che nắng và hắt lên trần rồi mới chiếu xuống mặt làm việc.

Để tránh bức xạ phản chiếu lên tầng trên và không khí nóng dưới tấm che dễ dàng thoát đi và không thổi vào phòng, người ta cấu tạo tấm ngang bằng

các thanh chớp. Các thanh chớp này nên đặt song song với mặt cửa và nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang để vừa chắn được tia nắng, vừa chắn được mưa hắt. Trường hợp cá biệt có thể đặt các thanh chớp thẳng góc với mặt nhà (hình 6.3). Loại này che được nắng khi mặt trời ở vị trí cao và nắng chiếu nghiêng với mặt nhà.



Hình 6.3. Tấm che nắng đứng, nghiêng với hướng cửa sổ 30° .

Trụ sở Cục Địa chính Hà Nội

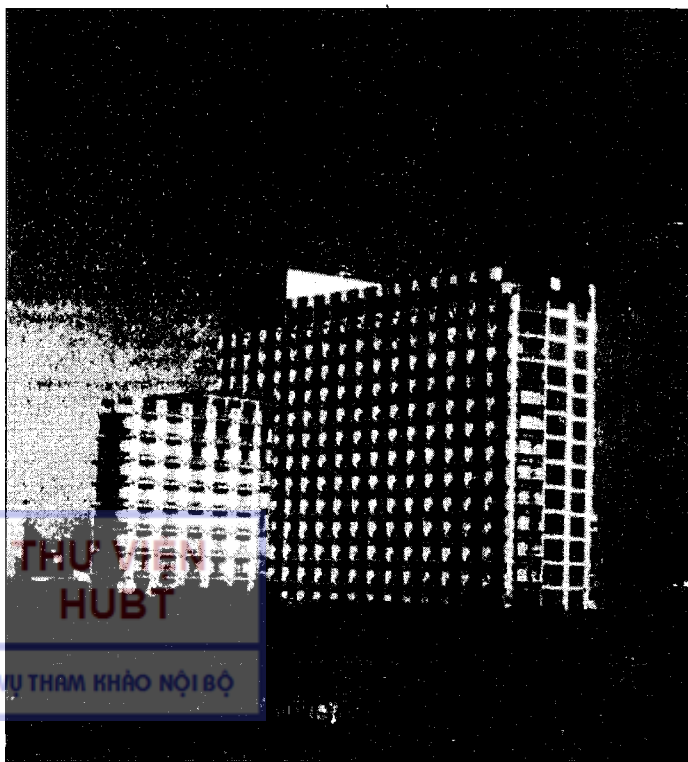
(Thiết kế: TS. KTS. Lê Quang Hải [28])

Nói chung các loại che nắng nằm ngang, bao gồm cả các loại chớp ngang cố định hay chớp ngang quay quanh trục ngang đều có ưu điểm là che mưa tốt và ít cản gió vào phòng. Vì vậy rất thích hợp với điều kiện khí hậu nước ta.

2. Các loại kết cấu che nắng đứng (hình 6.3)

Loại này có thể che được nắng khi mặt trời thấp và nắng chiếu lệch với hướng cửa, cho nên thích hợp với các cửa hướng Đông Bắc, Tây Bắc, Bắc và gần Bắc. Để tăng cường khả năng che nắng nhiều hơn, người ta cấu tạo các tấm đứng không thẳng góc mà nghiêng với mặt nhà một góc nhất định.

Kết cấu che nắng thẳng đứng có thể làm giảm hoặc làm tăng lượng thông gió tự nhiên trong phòng, tùy theo cách cấu tạo cụ thể. Về phương diện che mưa hắt, loại kết cấu này kém hơn kết cấu che nắng ngang. Để khắc phục nhược điểm đó, người ta thiết kế các tấm đứng có thể quay được chung quanh trục đứng, để có thể khép kín hay quay về bất kì vị trí nào theo yêu cầu che nắng và che mưa từng lúc một.



Hình 6.4. Kết cấu che nắng hỗn hợp. Khách sạn New World ở TP. HCM

3. Kết cấu che nắng hỗn hợp (hình 6.4)

Kết cấu che nắng hỗn hợp do các tấm che đứng và nằm ngang hợp thành, nên mang tính chất tổng hợp của cả hai loại trên, có thể che được nắng khi mặt trời cao cũng như thấp mà nghiêng và có thể che mưa cho phòng.

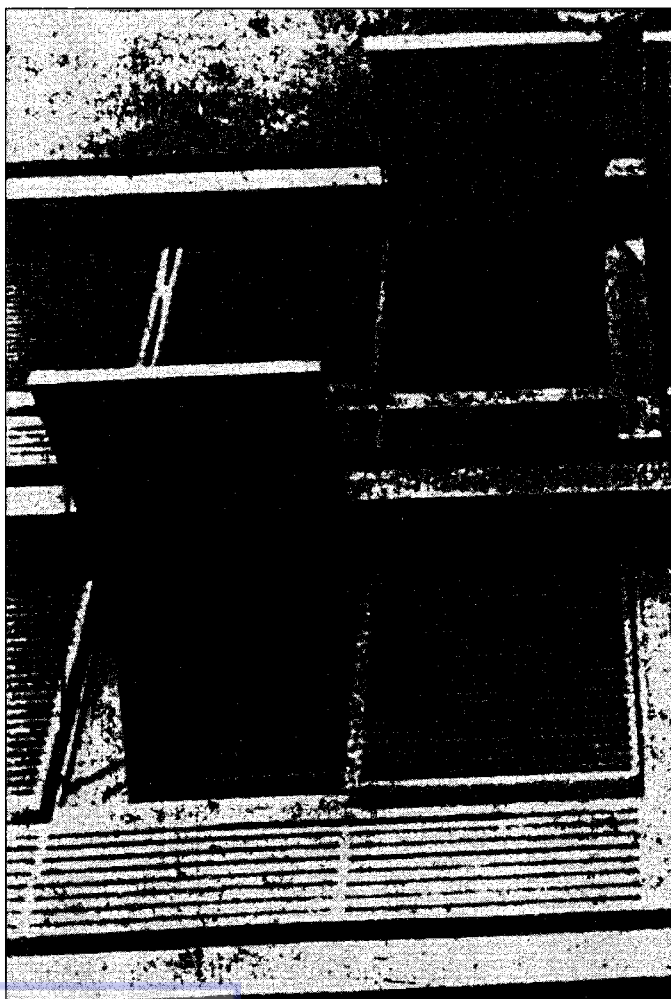
Kết cấu che nắng hỗn hợp có thể dùng ở các hướng Nam, Đông Nam, Tây Nam. Các tấm đứng và ngang có thể đặt thẳng góc hay đặt nghiêng với mặt nhà, có thể cố định hoặc chuyển động quay. Khi các tấm đứng hoặc ngang đặt nghiêng hay quay được sẽ làm cho tác dụng về mọi mặt của kết cấu che nắng đều được tăng lên. Kết cấu che nắng hỗn hợp có nhược điểm là bức xạ chiếu vào sẽ làm nóng khối không khí trong kết cấu và khối khí nóng đó có thể bị thổi vào phòng, gây ảnh hưởng xấu đối với vi khí hậu trong phòng. Để khắc phục nhược điểm này, người ta không đặt kết cấu che nắng liền sát mặt tường mà đặt cách một đoạn để không khí dễ lưu thông. Ngoài ra, các tấm đứng và ngang còn có thể cấu tạo theo kiểu nan chớp hoặc đục lỗ.

4. Tấm chắn trước cửa (hình 6.5)

Các cửa sổ hướng Đông, Tây hay các hướng lân cận bị các tia nắng thấp chiếu thẳng vào nhà (nắng xiên khoai). Các tấm đứng chắn trước cửa có tác dụng che được các tia nắng này. Tấm chắn trước cửa có thể kết hợp với tấm ngang hoặc tấm đứng cạnh cửa tạo thành kiểu che nắng "chuồng chim" trước cửa. Tấm che trước cửa có nhược điểm là cản gió, che ánh sáng và hạn chế tầm nhìn của người ở trong phòng. Để giảm bớt những nhược điểm trên, người ta cải tiến tấm chắn kín đặc thành tấm có khe hở, cấu tạo bằng các nan chớp, lỗ hoa.



Hình 6.5. Tấm chắn nắng trước cửa kiểu tường hoa.
Trung tâm Hội nghị Quốc tế ở Hà Nội
(Thiết kế: KTS. Nguyễn Thúc Hoàng và các cộng sự [28])



Hình 6.6: Cửa nan chớp che nắng, có thể cuộn lại và chuyển động lên xuống được

5. Kiểu chớp cố định hoặc quay

Kết cấu che nắng kiểu chớp cố định hoặc quay có ưu điểm là vạn năng, dùng ở mọi hướng. Nó có thể che được nắng khi mặt trời chiếu thấp cũng như cao, chiếu thẳng góc cũng như chiếu nghiêng, che được trực xạ cũng như tán xạ, che nắng cũng như che mưa. Loại chớp cố định thường không che kín được cửa, còn loại chớp quay thì ưu việt hơn và đỡ cản gió hơn. Chớp có thể quay quanh trục đứng hay trục ngang. Loại quay quanh trục ngang có ưu điểm hơn loại trục đứng về phương diện thông gió cũng như che mưa.

Ở nước ta thường cấu tạo cửa hai lớp, kính trong, chớp ngoài, nan chớp ở cánh cửa có thể cố định hoặc quay được. Khi đóng cửa thì tấm chớp có tác dụng như tấm chắn bằng nan chớp trước cửa, khi mở cửa thì nó có tác dụng như tấm chắn đứng cạnh cửa. Chớp có thể đặt ở bên trong, giữa hai lớp kính (nếu cửa có hai lớp kính) hoặc để ngoài cửa kính. Loại ở giữa và ở trong cửa kính đều có nhược điểm là bức xạ mặt trời chiếu vào đốt nóng bản thân chớp, sau đó chớp lại tỏa nhiệt ra không khí trong phòng. Đối với điều kiện khí hậu nước ta, đặt chớp nằm ngoài mặt cửa kính là hợp lý nhất.

Ngoài ra, người ta còn làm các mái đua, mái hắt và các loại khác cấu tạo từ các nan chớp. Tấm nan chớp có thể chuyển dịch theo dọc khung mái hắt, còn mái hắt thì có thể quay quanh cạnh trên (hình 6.6).

6. Che tán xạ cho phòng

Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của nước ta, tán xạ của bầu trời rất lớn nhiều khi quá chói chang, khó chịu. Do đó việc che tán xạ cũng là một yêu cầu quan trọng. Tán xạ phân bố theo các hướng khác nhau không đều và tăng theo góc cao của mặt trời. Vì vậy, có thể xem yêu cầu che tán xạ ở mọi hướng như nhau. Tất cả các kết cấu che trực xạ ở trên, dĩ nhiên đều có tác dụng giảm nhỏ tán xạ chiếu vào nhà, vì nó thu nhỏ góc khối nhìn bầu trời từ một điểm trong nhà. Bộ phận che tán xạ cần choán cả diện tích cửa sổ và có thể làm từ mảnh tre, trúc, sáo, rèm, màn che cửa, ô, dù, phen liếp chắn trước cửa, chớp ngang và đứng, kính sơn mờ hoặc mài mờ, kính tinted, kính hữu cơ, tường gạch thủy tinh, tường hoa tổ ong v.v... Bộ phận che tán xạ thường có ảnh hưởng xấu về mặt thông gió và chiếu sáng, vì vậy không nên làm cố định mà nên cấu tạo sao cho có thể cuộn lên hoặc gấp sang hai bên.

6.3.2. Xác định kích thước kết cấu che nắng

Dựa vào chỉ tiêu che nắng, thời gian cần che nắng, ta có thể dùng phương pháp giải tích hoặc phương pháp biểu đồ để xác định kích thước kết cấu che nắng. Phương pháp giải tích chính xác hơn nhưng thường phức tạp và tính lâu hơn, nếu sử dụng máy tính điện tử thì có thể khắc phục nhược điểm này.

1. Xác định kích thước kết cấu che nắng bằng phương pháp giải tích

a) *Kết cấu che nắng nằm ngang* (ô văng, mái đua, hành lang, mái hiên dài, tấm nằm ngang liên tục v.v...)

Độ dài đưa ra của kết cấu che nắng nằm ngang (hình 6.7a) ở hướng bất kì là :

$$L = H \cot \gamma \cdot \cos \gamma - d \quad (6.1)$$

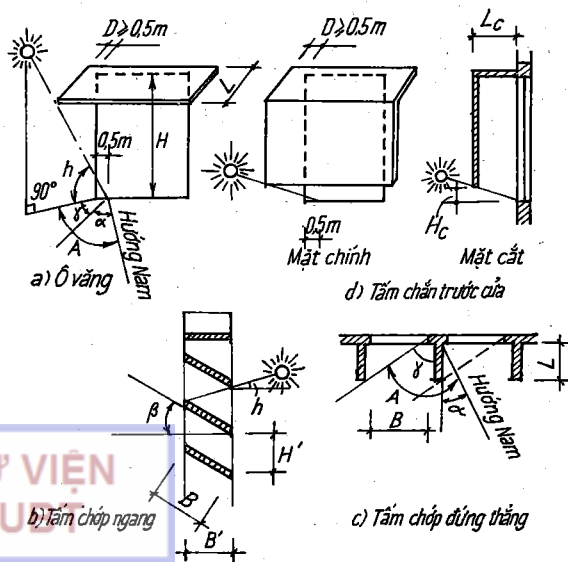
L - độ dài đưa ra của kết cấu che nắng, tính từ mép ngoài của cửa sổ đến mép ngoài của kết cấu che nắng, cm;

H - chiều cao cửa sổ, tính từ bậc cửa sổ đến tấm che nắng, cm;

d - chiều dày hiệu quả của tường, tính từ mặt kính đến mặt ngoài của tường (cm);

h - góc cao mặt trời lúc tính toán (độ);

γ - hiệu số giữa góc phương vị mặt trời lúc tính toán và góc lệch của hướng nhà so với hướng Nam, tức là $\gamma = A - \alpha$ (hình 6.7a).



Hình 6.7: Sơ đồ kích thước kết cấu che nắng

Trị số h và A được xác định theo phụ lục 1, ứng với các giờ cần che nắng cho các hướng. Phải tính L với tất cả các giờ cần che nắng, sau đó chọn lấy trị số lớn nhất để sử dụng.

Trường hợp tấm đua ngang không dài liên tục, tính thêm độ dài đua dọc tường D (hình 6.7a) theo công thức:

$$D = H \cdot \cot \gamma \cdot \sin \gamma \quad (6.2)$$

b) Tấm chớp ngang (hình 6.7b)

Khoảng cách giữa các tấm chớp ngang xác định theo công thức:

$$H' = B' \cdot \cot \beta \cdot \cos \gamma \quad (6.3)$$

H' - khoảng cách trống giữa các tấm chớp ngang; $H' = H - B \cdot \sin \beta$

B' - chiều rộng hiệu quả của tấm chớp, $B' = B \cdot \cos \beta$;

B - chiều rộng tấm chớp;

β - góc nghiêng của tấm chớp so với mặt nằm ngang.

c) Kết cấu che nắng thẳng đứng (hình 6.7c)

Độ đua ra của tấm chắn đứng xác định theo công thức:

$$L = B \cdot \cot \gamma - d \quad (6.4)$$

B - khoảng cách từ tấm đứng đến cạnh cửa đối diện.

d) Tấm che trước cửa (hình 6.7d)

Trước tiên, chọn trị số L_c theo yêu cầu cấu tạo. Trị số L_c thường được quyết định theo yêu cầu thông gió, ánh sáng và nghệ thuật kiến trúc, thông thường lấy bằng 0,6 - 1,2m, tùy theo cửa sổ nhỏ hay to.

Khi biết L_c rồi, ta xác định được chiều cao H_c :

$$H_c = L_c \cdot \tan \gamma \cdot \cos \gamma \quad (6.5)$$

và chiều dài dọc tường D_c :

$$D_c = H \cdot \cot \beta \cdot \sin \gamma \quad (6.6)$$

H - chiều cao cửa sổ.

e) Kết cấu che nắng hỗn hợp (vừa đứng vừa ngang)

Kích thước kết cấu che nắng hỗn hợp ở một hướng bất kì được xác định như sau: trước tiên tính chiều dài đua ra của tấm ngang và tấm đứng theo các công thức (6.1) và (6.4), sau đó dựa vào các trị số vừa tính được và yêu cầu cấu tạo của mặt chính mà chọn lựa kích thước đua ra của kết cấu che nắng hỗn hợp hợp lý.

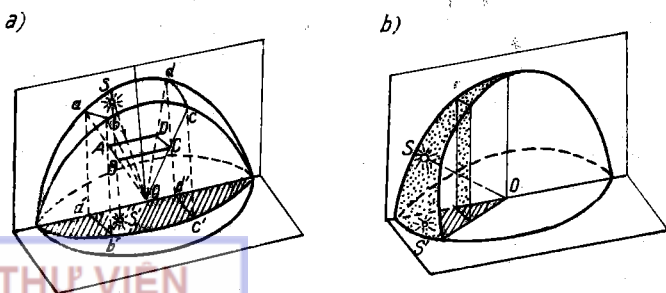
2. Xác định kích thước kết cấu che nắng bằng phương pháp biểu đồ

Phương pháp xác định kích thước kết cấu che nắng bằng biểu đồ là phương pháp sử dụng phối hợp các biểu đồ chỉ tiêu che nắng (hình 6.1) và biểu đồ phụ trợ hai hệ đường cong chiếu cách đều (hình 6.9) với sự hiểu biết về đường viền che nắng của các loại kết cấu che nắng (hình 6.11).

a) Khái niệm về đường viền che nắng của kết cấu che nắng

Việc thiết kế che nắng và chiếu nắng có thể xuất phát từ phương pháp xác định gián tiếp. Người ta không trực tiếp xác định bóng đổ của vật dưới ánh nắng mà lại xác định mảng trời bị che khuất do kết cấu che nắng gây nên khi nhìn từ điểm đang xét. Phương pháp này có ưu điểm là có thể dùng để thiết kế che nắng và cả chiếu nắng, xác định thời gian chiếu nắng tại một điểm nào đó cũng như tính kích thước kết cấu che nắng cần thiết kế cho cửa sổ, đều nhanh chóng hơn, nhưng lại có nhược điểm là độ chính xác không cao.

Việc xác định đường viền che nắng của kết cấu che nắng tiến hành như sau: lấy một điểm O ở trên mặt phẳng nằm ngang làm tâm, vẽ một hình bán cầu. Bán cầu này được gọi là bầu trời giả tưởng, điểm O là điểm nhìn (hình 6.8a). Phía trên điểm O có tám chắn $ABCD$. Từ điểm O nhìn lên bầu trời, tám chắn $ABCD$ sẽ che khuất một mảng trời $abcd$. Nếu như mặt trời nằm trong mảng trời $abcd$ thì sẽ không chiếu vào điểm O được, ngược lại, nếu mặt trời nằm ngoài mảng trời $abcd$ thì điểm O sẽ được chiếu nắng. Hình chiếu của $abcd$ trên mặt nằm ngang là $a'b'c'd'$, đó chính là đường viền che nắng của tám $ABCD$ cần tìm.

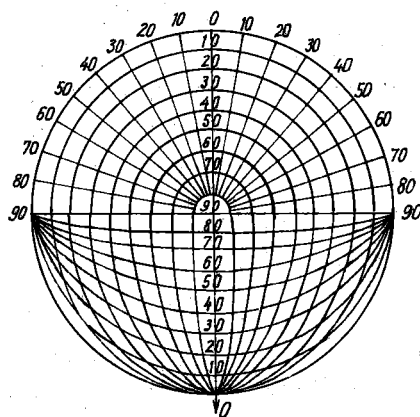


Hình 6.8: Cách xác định đường viền che nắng của kết cấu che nắng nằm ngang (hình a) và kết cấu che nắng thẳng đứng (hình b).

Khi vị trí mặt trời nằm ở trong hay ngoài mảng $abcd$ thì hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang tương ứng cũng nằm ở trong hay ngoài phạm vi $a'b'c'd'$. Vì vậy nếu hình chiếu của mặt trời nằm trong phạm vi $a'b'c'd'$ thì điểm O được che nắng, ngược lại, điểm O được chiếu nắng.

Hình 6.8a cho đường viền che nắng của tám ô văng nằm ngang. Phạm vi đường viền che nắng được xác định bằng các góc múi. Hình 6.8b trình bày cách xác định đường viền che nắng của tám đứng.

Từ hình 6.8 ta thấy các kết cấu che nắng thông thường sẽ tạo thành những mảng trời bị che khuất có hình dáng như hình mũi buồm. Các hàng cây hay công trình chắn trước mặt cửa sổ thông thường cũng có đường viền che nắng tương tự. Cho nên để dễ dàng xác định đường viền che nắng của vật chắn chiếu trên mặt bằng, gần đây người ta ứng dụng biểu đồ mạng lưới hai hệ đường cong chiếu cách đều của Dunaev hay Olguay. Biểu đồ này được thành lập bởi hình chiếu cách đều của các đường cong do các mặt phẳng ngang và dọc xoay quanh đường kính bán cầu của vòm trời giả tưởng, chia bầu trời thành từng mũi cách đều nhau 10° (hình 6.9).



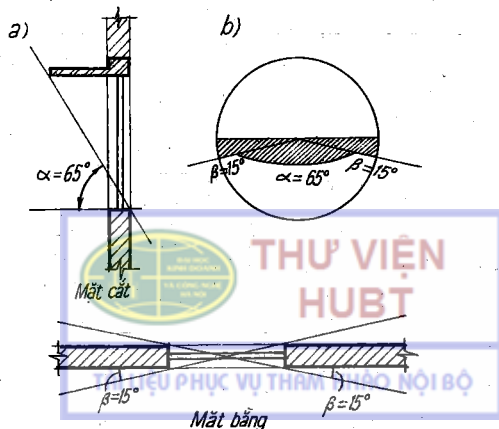
Hình 6.9: Biểu đồ hai hệ đường cong chiếu cách đều

Để thuận tiện trong khi thiết kế chiếu nắng và che nắng, người ta thành lập biểu đồ này có kích thước bằng biểu đồ chuyển động biểu kiến của mặt trời. Dĩ nhiên là các đường cong khi chiếu xuống lại dẫn ra cách đều nhau cho phù hợp với cách chiếu của biểu đồ chuyển động biểu kiến của mặt trời (phụ lục 1).

Ví dụ 6.1: Hãy xác định đường viền che nắng của bản thân chiều dày tường và ô văng gây ra. Cửa có hình dạng như trên hình 6.10a.

Giải:

Trên mặt bằng của cửa sổ ta nối điểm mép ngoài cửa với mép trong của tường được các tia β_1 và β_2 . Các tia này làm với mặt nhà một góc 15° . Nếu mặt trời có vị trí nằm ở trong các góc β_1 và β_2 thì không chiếu vào trong



Hình 6.10: Dụng cho ví dụ 6.1

- a) Cấu tạo cửa sổ;
- b) Đường viền che nắng.

phòng được. Cho nên β_1 và β_2 là giới hạn của đường viền che nắng do tường bên gây ra.

Trên mặt cắt ta nối điểm đầu mút của ô văng với mép trong của bậc cửa sổ được tia α . Tia này làm với mặt nằm ngang một góc $\alpha = 65^\circ$. Nếu mặt trời có góc cao $h > 65^\circ$ thì không chiếu vào. Cho nên tia là α là giới hạn của đường viền che nắng do ô văng gây nên (ô văng liên tục).

Ta xác định các đường tạo góc β_1 và $\beta_2 = 15^\circ$ và $\alpha = 65^\circ$ trên biểu đồ hai hệ đường cong chiếu cách đều. Phạm vi nằm trong các đường này chính là đường viền che nắng của tường và ô văng đối với cửa mà ta cần tìm (hình 6.10b).

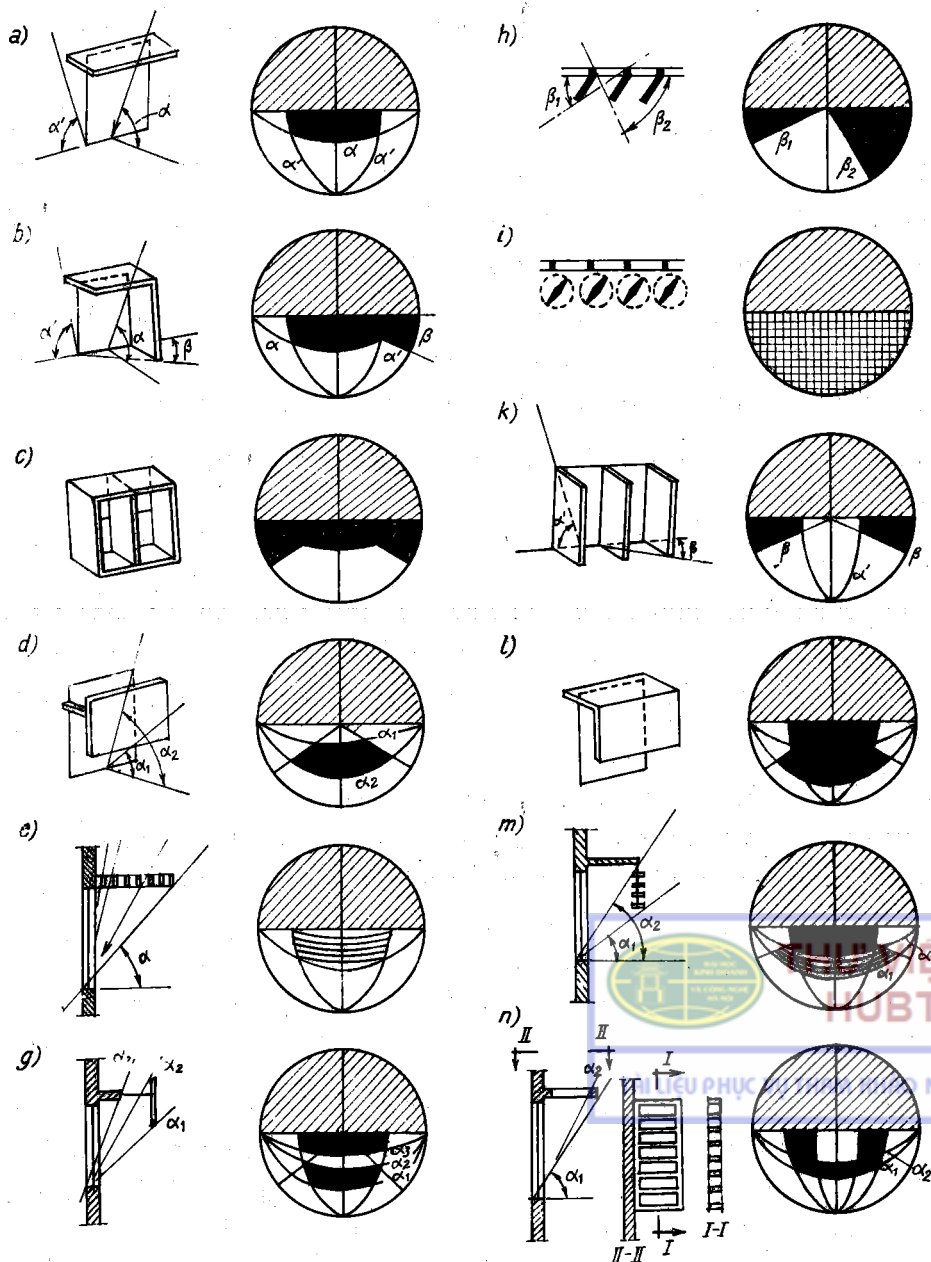
Hình 6.11 giới thiệu hình đường viền che nắng của một số loại kết cấu che nắng thông thường.

b) Phương pháp biểu đồ

Khi thiết kế bằng phương pháp biểu đồ, kích thước kết cấu che nắng được xác định bằng hai góc α và β như hình 6.10 và 6.12 biểu thị. Độ dài đưa ra của kết cấu che nắng được xác định từ hai góc α và β bằng các công thức lượng giác.

Như trên đã nói, nếu bóng hình chiếu của mặt trời trên mặt ngang nằm trong phạm vi đường viền che nắng của kết cấu che nắng thì nắng không thể chiếu vào phòng được. Vì vậy nguyên tắc thiết kế che nắng bằng biểu đồ là làm thế nào để phạm vi đường viền che nắng (hình 6.11) phủ kín phạm vi giới hạn chỉ tiêu che nắng ở hướng đó. Điểm chuẩn cần che nắng (tức là điểm xuất phát của góc α và β của cửa sổ) là điểm nằm trên cạnh trong của bậc cửa sổ.

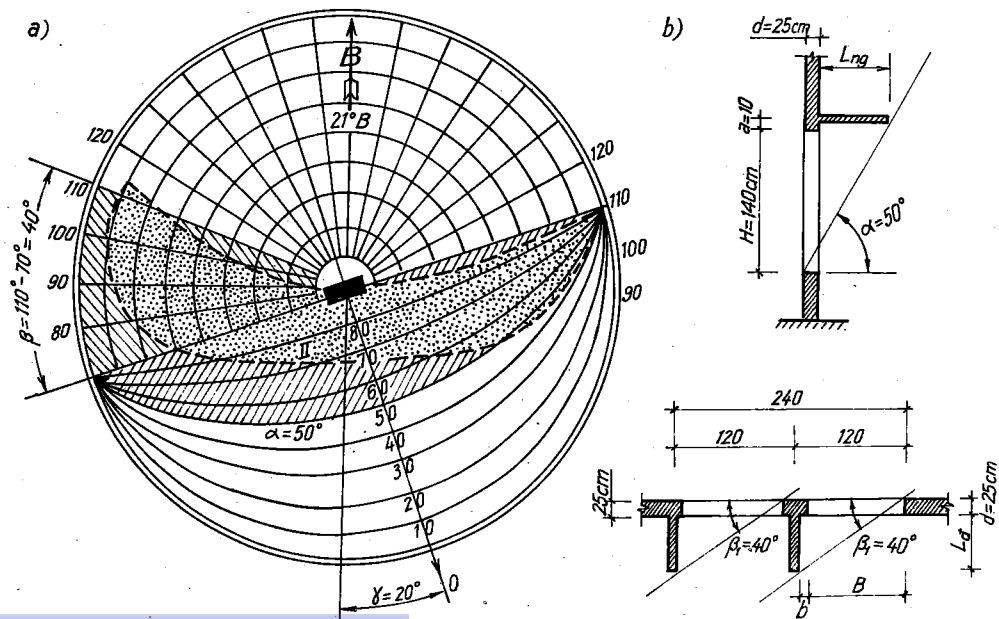
Phương pháp thiết kế là đặt biểu đồ phụ trợ hai hệ đường cong chiếu cách đều (hình 6.9), vẽ trên giấy can, chồng lên biểu đồ "chỉ tiêu che nắng" (hình 6.1) sao cho trục 0-0 của biểu đồ 6.9 trùng với hướng của mặt cửa sổ, tâm của hai biểu đồ trùng nhau. Phần diện tích chỉ tiêu che nắng nằm phía nửa vòng tròn theo hướng cửa sổ chính là phạm vi chỉ tiêu che nắng của cửa đang xét. Sau đó ta tìm các đường cong nào (đối với kết cấu che nắng nằm ngang) hay đường xuyên tâm nào (đối với kết cấu che nắng thẳng đứng) của biểu đồ hai hệ đường cong có thể bọc kín phạm vi chỉ tiêu che nắng của cửa thì các trị số góc ghi trên các đường đó chính là góc α và β (để xác định kích thước cửa sổ) cần tìm.



Hình 6.11: Đường viền che nắng của các loại kết cấu che nắng thông thường
a) Ô văng; b) Ô văng kết hợp với tấm đứng cạnh cửa; c) Che nắng kiểu tổ ong (hỗn hợp); d) Tấm chắn trước cửa; e) Ô văng nan chớp; g) Ô văng kết hợp với tấm chắn trước cửa; h) Che nắng đứng đặt nghiêng; i) Chớp đứng di động; k) Che nắng thẳng đứng; l) Ô văng nối liền với tấm chắn trước cửa; m) Ô văng nối liền với tấm chắn trước cửa kiểu nan chớp; n) Ô văng nan chớp đặt thẳng góc với mặt cửa.

Ví dụ 6.2: Lựa chọn hình thức và xác định kích thước của kết cấu che nắng bằng phương pháp biểu đồ ở mặt trước và sau nhà. Cửa sổ cao 1,4m, rộng 2,4m; tường dày 0,25m. Nhà xây dựng tại thành phố Hà Nội, có yêu cầu vi khí hậu loại khá, tức hệ số bảo đảm vi khí hậu $K_{bd} = 0,7$. Hướng nhà Đông Nam, lệch với hướng Nam 20° .

Giải: Vẽ biểu đồ phụ trợ (hình 6.9) lên giấy can và đặt nó trùng lên biểu đồ chỉ tiêu che nắng sao cho trục 0-0 lệch với hướng Nam của biểu đồ chỉ tiêu che nắng một góc $= 20^\circ$, tâm của hai biểu đồ trùng nhau (hình 6.12a).



Hình 6.12: Dùng cho ví dụ 6.2

Từ hình 6.12a thấy rằng, đối với cửa sổ nằm ở mặt trước nhà nên dùng tấm che nắng nằm ngang, vì hình dạng phạm vi tiêu chuẩn che nắng của cửa gần gũi với hình đường viền che nắng của kết cấu che nắng nằm ngang (Hình 6.11a), còn đối với cửa sổ ở mặt sau nhà thì nên dùng tấm che nắng thẳng đứng (hình 6.11h, k).

Theo nguyên tắc đường viền che nắng của kết cấu che nắng phải bao kín phạm vi tiêu chuẩn che nắng của cửa sổ, do đó từ hình 6.12a ta thấy với mặt trước nhà, kích thước góc của tấm ngang là $\alpha = 50^\circ$, còn đối với mặt sau nhà, các góc của tấm đứng sẽ là $\beta_1 = 40^\circ$; $\beta_2 = 0$.

Bảng 6.1. Kiểu và kích thước kết cấu che nắng cho cửa sổ các nhà dân dụng xây dựng ở khu vực Hà Nội

	Kết cấu che nắng và bố trí hợp lí ở hướng	Độ dài đua ra của ô văng L (cm)									
1	2	3									
		Khi chiều cao cửa sổ H (cm) bằng									
1	- Che nắng nằm ngang	90	120	150	180	210					
	Chính Nam	25	40	50	65	80					
	Đông Nam lệch Nam 15°	30	50	70	90	100					
	Đông Nam lệch Nam 30°	60	80	110	130	160					
	Tây Nam lệch Nam 15°	60	80	110	130	160					
	Tây Nam lệch Nam 30°	90	120	150							
2	- Tấm ngang kết hợp với tấm chắn trước cửa	Trị số L, h _t (cm) khi chiều cao cửa H (cm) bằng									
	(h _t - độ cao của tấm chắn)	90	120	150	180	210					
		L	h _t	L	h _t	L	h _t	L	h _t	L	h _t
	Đông Nam	60	30	60	60	80	80	80	120	100	120
	Tây Nam	60	50	60	80	80	100	80	130	100	150
	Chính Đông hoặc lệch Đông 15°	60	70	60	100	80	120	80	150	80	180
	Chính Tây hoặc lệch Tây 15°	60	80	60	110	80	140	80	160	80	190
	Đông Nam lệch Đông 30°	60	50	60	80	80	100	80	130	100	150
	Tây Nam lệch Tây 30°	60	70	60	100	80	120	80	150	80	180
3	Kết cấu che nắng hỗn hợp	Độ đua L _{ng} (cm) của tấm ngang khi chiều cao cửa H (cm) bằng					Độ đua ra của tấm đứng L _{dg} (cm) khi chiều rộng cửa B (cm) bằng				
	Chính Nam	20	25	40	50	20	25	40	50		
	Đông Nam lệch Nam 15°	20	30	50	70	20	25	40	50		
	Đông Nam lệch 30°	20	30	50	70	30	50	50	100		
	Tây Nam lệch Nam 15°	20	30	50	70	20	40	60	80		
	Tây Nam lệch Nam 30°	20	60	80	100	30	50	80	100		

1	2	3							
4	Kết cấu che nắng thẳng đứng	Trị số l_1, l_2 khi chiều rộng B bằng							
	(l_1 - đối với tấm ở phía trái cửa)	60		90		120		150	
	l_2 - tấm ở phía phải cửa)	l_1	l_2	l_1	l_2	l_1	l_2	l_1	l_2
	Chính Bắc	0	10	20	0	25	10	35	20
	Đông Bắc lệch Bắc 15°	0	20	0	30	0	40	0	60
	Đông Bắc lệch Bắc 30°	0	50	0	80	0	120	0	150
	Đông Bắc	0	60	0	100	0	150	0	190
	Tây Bắc lệch Bắc 15°	20	0	40	0	60	0	80	0
	Tây Bắc lệch Bắc 30°	50	0	80	0	120	0	150	0
	Tây Bắc	100	0	170	0	230	0	300	0

Nếu cấu tạo ô văng một tầng và hai tấm đứng như (hình 6.12b) thì độ đua ra của ô văng là:

$$L_{ng} = (H + a) \cot \alpha - d = (140 + 10) \cdot \cot 50^\circ - 25 \approx 100 \text{ cm}$$

Kích thước đua ra của tấm đứng là:

$$L_d = \frac{B}{2} \tan \beta_1 - d = \frac{240}{2} \tan 40^\circ - 25 = 76 \text{ cm}$$

Để giúp cho người thiết kế dễ dàng và nhanh chóng lựa chọn hình thức cũng như xác định kích thước kết cấu che nắng có tính phổ biến cho khu vực Hà Nội, chúng tôi giới thiệu các số liệu có tính hướng dẫn ở bảng 6.1 làm tài liệu tham khảo trong thiết kế thực tế ở khu vực này. Khi dùng bảng 6.1 cần chú ý:

1. Trường hợp tấm che ngang cấu tạo cho một cửa hay vài cửa một thì các tấm này phải kéo dài hơn chiều rộng cửa sổ một đoạn 20 - 30cm đối với cửa sổ cao từ 90 - 120cm, 40 - 60cm đối với cửa sổ cao 150 - 210cm.

2. Khi dùng kết cấu che nắng kiểu (2) ở cửa hướng chính Đông, Tây và lệch Đông, Tây 15° thì độ dài đua dọc tường của kết cấu che nắng cũng lấy như trường hợp tấm che ngang ở trên. Còn đối với các cửa sổ có hướng lệch với hướng Đông, Tây $\geq 30^\circ$ thì phải cấu tạo thêm tấm che cạnh cửa sổ.

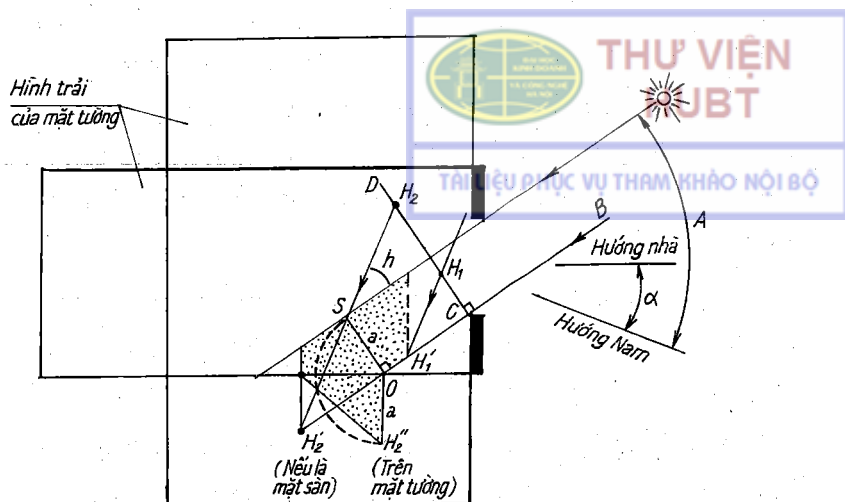
6.4. XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH NĂNG CHIẾU VÀO PHÒNG

Diện tích bề mặt trong phòng có nắng chiếu lớn hay nhỏ và lượng bức xạ chiếu vào phòng nhiều hay ít có ý nghĩa rất lớn về mặt vệ sinh vi khí hậu. Trong mùa Hè, diện tích nắng chiếu càng lớn, càng sâu và lượng bức xạ càng nhiều thì nhà càng nóng, càng khó chịu, điều kiện nghỉ ngơi và làm việc sẽ không bảo đảm được; ngược lại, trong mùa Đông thì lại càng tốt.

Nắng có thể chiếu vào mặt sàn và mặt của các tường trong. Muốn xác định diện tích nắng chiếu vào nhà, trước tiên phải xác định được bóng đổ của bốn góc cửa.

Phương pháp toán đồ là dựa vào góc phương vị và góc cao mặt trời mỗi giờ trong ngày đã biết để trực tiếp tìm được vị trí nắng chiếu vào phòng. Phương pháp này dựa trên cơ sở các định luật về hình chiếu của vật dưới tác dụng của các tia ánh sáng song song như : *hình chiếu của các đường song song trên mặt phẳng sẽ là các đường song song; hình chiếu của các đường thẳng đổ trên mặt phẳng song song sẽ song song với nó; tỉ lệ hình chiếu các đoạn thẳng trên mặt phẳng sẽ bằng tỉ lệ giữa các đoạn thẳng đó.*

Ví dụ 6.3: Dựa vào góc phương vị A và góc cao mặt trời h đã biết, xác định diện tích nắng chiếu vào phòng. Phòng này có hướng lệch với hướng Nam một góc là α (hình 6.13).



Hình 6.13: Dùng cho ví dụ 6.3

Giải:

Trước tiên vẽ mặt bằng khai triển của phòng trên một mạng lưới ô vuông với môđun là 1m để dễ dàng xác định diện tích nắng chiếu bằng cách đọc trực tiếp. Ta vẽ hai tia song song với mũi tên biểu thị góc phương vị của mặt trời lúc đang xét qua hai mép cửa, đó chính là bóng của hai cạnh bên của cửa. Từ điểm C (tia nắng BC gặp mép cửa) kẻ một đường thẳng góc với đường BC được đường CD.

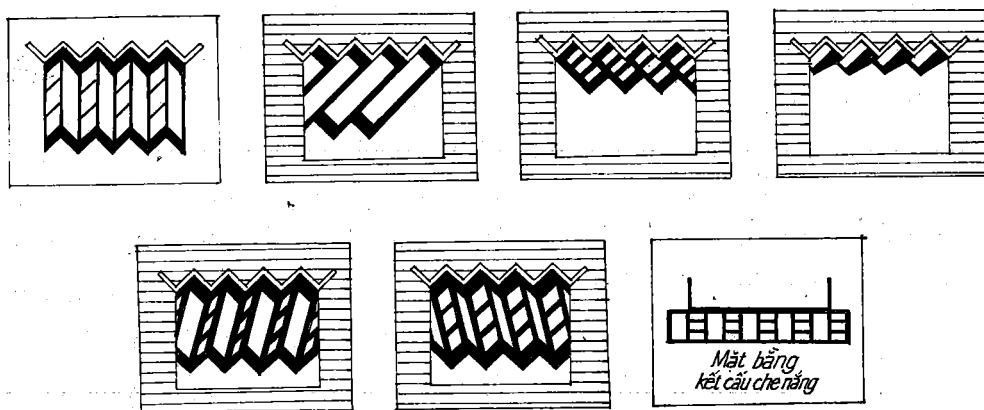
Trên CD, xác định hai điểm H_1 , H_2 tương ứng với độ cao của cạnh dưới và cạnh trên cửa sổ. Từ H_1 và H_2 kẻ hai đường thẳng làm với BC một góc bằng góc cao mặt trời lúc tính; hai đường thẳng này sẽ cắt đường BC tại H'_1 và H'_2 đó chính là bóng của điểm góc trên và góc dưới của cửa. Từ H'_1 và H'_2 vẽ hai đường song song với cạnh của cửa sẽ được giới hạn diện tích nắng chiếu vào phòng trên mặt sàn (phần diện tích chấm chấm trên hình 6.13). Nếu không có tường thì hình chiếu của góc trên cửa sổ sẽ đổ ở điểm H'_2 , nhưng thực tế, bóng của nó đổ trên mặt tường tại điểm H''_2 . Cách xác định điểm H''_2 như sau: từ giao điểm O giữa bóng của cạnh cửa CH'_2 và chân tường, ta vẽ một đường thẳng góc với cạnh tường, đó chính là hướng bóng đổ của cạnh cửa trên mặt tường. Từ giao điểm O vẽ đường thẳng góc với đường OC, đường này gặp tia chiếu h tại điểm S. Độ dài $OS = a$ chính là chiều cao bóng đổ của cạnh cửa trên mặt tường. Lấy O làm tâm, $OS = a$ là bán kính, dùng compa quay một cung tròn, cung này gặp đường OH'' tại H'' . H'' chính là bóng đổ của góc cửa sổ H_2 trên mặt tường. Nối điểm H'' với điểm bóng đổ của cạnh trên của cửa gặp chân tường ta xác định được diện tích nắng chiếu trên sàn nhà và tường nhà (diện tích chấm chấm trên hình 6.13). Lần lượt như vậy, ta sẽ xác định được diện tích nắng chiếu ở mỗi giờ trong ngày. Hình bao của các diện tích nắng chiếu mỗi giờ này là phạm vi diện tích mặt sàn và mặt tường mà nắng có thể chiếu vào được trong ngày.

Tương tự như vậy ta có thể xác định được diện tích nắng chiếu lên mặt sàn, lên mặt tường bên, cũng như lên mặt tường sau một cách dễ dàng.

6.5. XÁC ĐỊNH BÓNG ĐỔ CỦA VẬT KIẾN TRÚC

Khi thiết kế che và chiếu nắng cần biết tình hình đổ bóng của kết cấu che nắng lên mặt cửa sổ hoặc của công trình xuống mặt bằng vào những giờ nhất

định . Khi thiết kế mặt chính công trình hay nghiên cứu tổ hợp hình khối kiến trúc, cần xác định bóng đổ của các bộ phận kiến trúc trên mặt đứng để xét hiệu quả tạo hình và nghệ thuật kiến trúc do bóng nắng tạo nên. Ví dụ, hình 6.14 giới thiệu bóng nắng cho ta hiệu quả nghệ thuật kiến trúc khác nhau với cùng một loại kết cấu che nắng khi tia nắng chiếu với các góc độ khác nhau.



Hình 6.14: Hiệu quả tạo hình của kết cấu che nắng

Khi xác định vị trí sân phơi của hợp tác xã nông nghiệp, sân chơi ở vườn trẻ, vị trí ghế đá trong công viên v.v... cũng cần phải tìm hiểu bóng đổ của các công trình và cây xung quanh. Bóng đổ của công trình trên mặt phẳng nằm ngang sẽ thay đổi về phương đổ, cũng như độ dài theo vị trí chuyển động tương đối của trái đất và mặt trời.

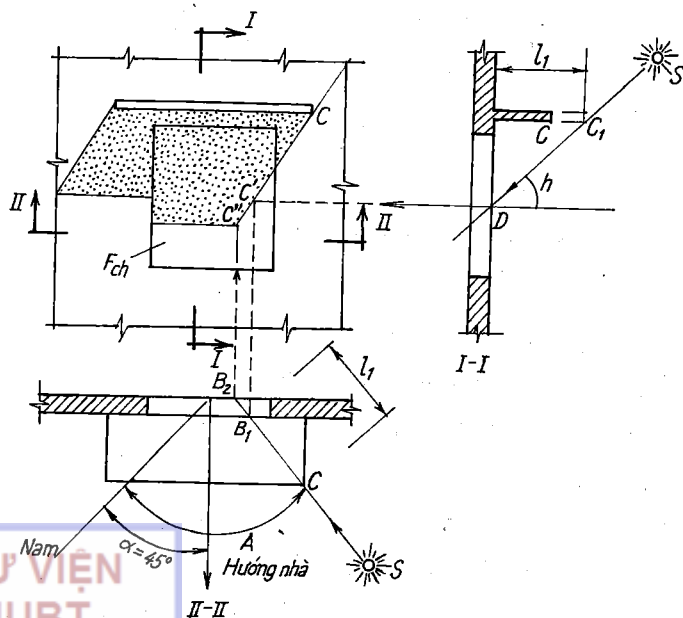
Phương pháp xác định bóng đổ của công trình trên mặt bằng hoàn toàn giống như phương pháp xác định bóng đổ của cửa sổ trên mặt sàn, như đã giới thiệu trong ví dụ 6.3 ở trên. Phương pháp xác định bóng đổ của các vật trên mặt đứng cũng tương tự như phương pháp xác định bóng đổ trên mặt ngang.

Ví dụ 6.4: Xác định bóng đổ của kết cấu che nắng trên mặt nhà khi mặt trời có góc cao là h , góc phương vị là A . Mặt nhà quay hướng Đông Nam. Cấu tạo kết cấu che nắng cho ở hình 6.15.

Giải:

Trước hết vẽ mặt chính, mặt cắt và mặt bằng cửa sổ. Áp dụng các định luật về hình chiếu ta có thể suy được bóng của toàn bộ kết cấu che nắng khi

đã biết bóng của một điểm nào đó của kết cấu che nắng. Vì vậy, trước hết ta xác định bóng của điểm C - góc ngoài của ô văng. Trên mặt bằng, qua điểm C ta vẽ tia SC làm với phương Nam một góc bằng với góc phương vị A. Đường này sẽ gặp mặt tường ở điểm B_1 và mặt kính ở điểm B_2 . Đoạn $CB_1 = l_1$. Trên mặt cắt I-I xác định điểm C_1 cách mặt tường một đoạn l_1 . Qua C_1 kẻ một tia làm với mặt ngang một góc bằng góc cao mặt trời h . Tia này gặp mặt tường ở điểm D. Từ D kẻ đường dóng ngang và từ B_1 ta kẻ đường dóng đứng, hai đường này gặp nhau tại điểm C' , đó chính là bóng của điểm C trên mặt tường và C'' là bóng của điểm C trên mặt kính. Từ đó ta suy ra được toàn bộ bóng của ô văng đổ trên mặt cửa (phần chấm chấm ở hình 6.15).



Hình 6.15: Dùng cho ví dụ 6.4

6.6. TÍNH LƯỢNG NHIỆT TRUYỀN QUA CỬA VÀO PHÒNG TRONG MÙA NÓNG

Rất nhiều bài toán trong thực tế thiết kế đòi hỏi phải xác định lượng bức xạ nhiệt chiếu qua cửa vào phòng. Chẳng hạn, khi muốn so sánh hiệu quả che bức xạ của các loại kết cấu che nắng khác nhau, tính chế độ nhiệt của phòng, xác định phụ tải nhiệt của thiết bị thông gió, điều tiết không khí, hay tìm hướng nhà hợp lý cho công trình. Tùy theo mục đích, đối tượng và yêu

cầu thiết kế khác nhau để lựa chọn phương pháp tính toán với độ chính xác phù hợp. Phương pháp trình bày dưới đây, do chúng tôi thiết lập, có mức chính xác trung bình [19].

Tổng lượng nhiệt truyền qua cửa vào phòng trong mùa Hè chủ yếu bao gồm lượng nhiệt do bức xạ trực tiếp và bức xạ khuếch tán chiếu vào phòng và lượng nhiệt do chênh lệch giữa nhiệt độ không khí trong và ngoài phòng gây ra.

a) *Lượng nhiệt truyền qua cửa vào phòng do chênh lệch nhiệt độ gây ra* có tính dao động với chu kỳ 24 giờ, được đặc trưng bằng trị số trung bình (q_{tb}), biên độ dao động (A_q) và thời điểm xuất hiện trị số cực đại trong ngày $Z_q^{\max}$. Có thể lấy gần đúng $Z_q^{\max} \approx Z_{t.tg}^{\max}$. Các trị số q_{tb} , A_q , được xác định tương tự công thức (4.33) tức là:

$$q_{tb} = K_c(t_{tg.tb} - t_i) \quad (6.7)$$

$$A_q = K_c \cdot A_{t.tg} \quad (6.8)$$

K_c - hệ số truyền nhiệt của cửa sổ;

t_i - nhiệt độ không khí trong nhà;

$t_{tg.tb}$ và $A_{t.tg}$ - trị số trung bình và biên độ dao động của nhiệt độ tổng ngoài nhà tính với mặt cửa sổ, xem công thức (4.31).

b) *Lượng nhiệt do bức xạ của mặt trời chiếu vào (q_s)*

Lượng nhiệt bức xạ mặt trời (trực xạ, tán xạ và phản xạ) chiếu qua cửa vào phòng phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa mặt trời và mặt cửa sổ, nên biến thiên rất mạnh theo thời gian và ta phải tính theo từng giờ một.

Từ hình 6.15 ta thấy lượng nhiệt trực xạ chiếu vào cửa bằng cường độ bức xạ nhân với diện tích có nắng chiếu, tính trong một giờ là $Q_s = S_d \cdot F_{ch}$ và trên $1m^2$ cửa sổ sẽ bằng:

$$q_s = S_d \cdot \frac{F_{ch}}{F_c}$$

Xét đến sự che chắn của dầm và khung cửa, cũng như độ xuyên bức xạ qua lớp kính thì:

$$q_s = C \cdot \tau \cdot K_{ch} \cdot S_d \quad (6.9)$$

C - hệ số che lấp của khung và dầm cửa sổ, (bảng 6.2)

τ - hệ số xuyên bức xạ của lớp kính (bảng 6.3), nếu cửa hai lớp kính thì τ sẽ bằng tích của hệ số xuyên bức xạ của hai lớp kính đó;

S_d - trực xạ chiếu trên mặt cửa $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}$;

$K_{ch} = \frac{F_{ch}}{F_c}$ - hệ số chiếu nắng, bằng tỉ số giữa diện tích mặt cửa có nắng

chiếu trên toàn bộ diện tích của cửa, phụ thuộc vào cấu tạo cửa, kích thước kết cấu che nắng và vị trí mặt trời.

Trong công thức (6.9) các trị số S_d và τ đã biết, phụ thuộc địa điểm xây dựng và loại kính làm cửa. Vì vậy vấn đề chủ yếu là phải xác định trị số K_{ch} . Bằng phương pháp giải tích ta thành lập được các công thức xác định hệ số chiếu nắng như sau [19]:

- Đối với kết cấu che nắng nằm ngang liên tục:

$$K_{ch}^{ng} = \left[1 - \frac{d \cdot \text{tg} \gamma}{B} \right] \times \left[1 - \frac{1}{H} \left(\frac{(L_{ng} + d) \text{tg} h}{\cos \gamma} - a \right) \right] \quad (6.10a)$$

- Đối với kết cấu che nắng thẳng đứng:

$$K_{ch}^d = \left[1 - \frac{d \cdot \text{tg} h}{H \cdot \cos \gamma} \right] \times \left[1 - \frac{1}{B} (L_d + d) \text{tg} \gamma - b \right] \quad (6.10b)$$

- Đối với kết cấu che nắng hỗn hợp:

$$K_{ch}^{hh} = \left[1 - \frac{1}{H} \left(\frac{(L_{ng} + d) \cdot \text{tg} h}{\cos \gamma} - a \right) \right] \times \left[1 - \frac{1}{B} (L_d + d) \text{tg} \gamma - b \right] \quad (6.10c)$$

Bảng 6.2. Hệ số che lấp bức xạ xuyên qua kết cấu cửa sổ

Cấu tạo cửa sổ	Trị số C khi	
	Đổ cửa bằng gỗ hay bằng bê tông cốt thép	Đổ cửa bằng kim loại
Cửa một lớp kính thông thường	0,70	0,8
Hai lớp cửa kính thông thường	0,50	0,65
Ba lớp kính thông thường	0,35	0,50
Một lớp cửa nhưng hai lớp kính cùng gắn chung ở một đổ cửa	0,60	0,70

Bảng 6.3. Hệ số xuyên bức xạ (τ) hấp thụ (ρ) phản xạ (a) của kính

Loại kính	Chiều dày (mm)	ρ	a	τ
Kính gương sáng trong	5 - 6	0,18 - 0,13	0,07	0,85 - 0,80
Kính tấm thông thường	2 - 4	0,03 - 0,07	0,07 - 0,08	0,9 - 0,85
Kính mài mờ	2 - 3	0,15 - 0,20	0,20	0,65 - 0,60
Kính màu sữa	2 - 3	0,25 - 0,35	0,35	0,40 - 0,30
Kính trang trí	5 - 6			0,65 - 0,55
Kính có cốt	6 - 7			0,60 - 0,56
Kính gợn sóng - có cốt	5 - 6			0,65 - 0,60
- không có cốt	5 - 6			0,7 - 0,65
Gạch thủy tinh có một ngăn không khí				0,65 - 0,60
Gạch thủy tinh có hai ngăn không khí				0,55 - 0,4
Kính hữu cơ gợn sóng	2 - 6			0,7 - 0,4

- Đối với cửa không có che nắng, trị số K_{ch} xác định theo công thức (6.10c) với điều kiện cho $L_{ng} = L_d = a = b = 0$;

Các đặc trưng kích thước của cửa sổ và kết cấu che nắng như sau:

L_{ng} , L_d - chiều dài đưa ra của tấm che nắng ngang và đứng;

H , B - chiều cao và chiều rộng cửa sổ;

d - chiều dày hiệu quả của tường (tính từ mặt ngoài tường đến mặt kính của cửa);

a , b - khoảng cách từ mép cửa sổ đến mép tấm che nắng nằm ngang và thẳng đứng;

$\gamma = \alpha \pm A$ - góc hợp bởi hướng cửa với hình chiếu của tia mặt trời trên mặt nằm ngang;

α - góc hợp bởi hướng cửa sổ và phương Nam;

A , h - góc phương vị và góc cao mặt trời (phụ lục 1).

c) Lượng nhiệt do tán xạ chiếu qua cửa vào phòng

Lượng nhiệt tán xạ của bầu trời chiếu vào phòng phụ thuộc độ lớn của mảng trời ta nhìn thấy từ một điểm tính toán trên mặt của sổ, xác định theo công thức:

$$q_D = C.\tau.K_{bt}.0,5D_{ng} \quad (6.11)$$

D_{ng} - tán xạ của bầu trời chiếu trên mặt phẳng nằm ngang;

K_{bt} - hệ số chiếu tán xạ của bầu trời, bằng tỉ số giữa lượng tán xạ chiếu lên cửa lúc có kết cấu che nắng với lượng tán xạ chiếu trên mặt đứng.

Giả thiết năng lượng bức xạ phân bố trên toàn bộ bầu trời như nhau và áp dụng tính chất quan hệ về bức xạ giữa các vật thể, ta thành lập được công thức xác định hệ số K_{bt} [19]:

Đối với kết cấu che nắng nằm ngang:

$$K_{bt}^{ng} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4(L_{ng} + d)^2}{(H + 2a)^2}}} \quad (6.12a)$$

Đối với kết cấu che nắng thẳng đứng:

$$K_{bt}^d = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4(L_d + d)^2}{(B + 2b)^2}}} \quad (6.12b)$$

Đối với kết cấu che nắng hỗn hợp:

$$K_{bt}^{hh} = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{4(L + d)^2}}{(H + 2a).(B + 2b)}} \quad (6.12c)$$

Đối với cửa sổ không có kết cấu che nắng:

$$K_{bt} = \frac{1}{1 + \frac{4d^2}{B.H}} \quad (6.12d)$$

Trong công thức (6.12c) trị số $L = \sqrt{L_{ng}.L_d}$; các đại lượng khác giống như ở công thức (6.10).

d) *Lượng nhiệt do phản xạ gây ra*

Lượng nhiệt phản xạ từ các bề mặt kết cấu che nắng, các công trình lân cận và mặt đất phụ thuộc vào cường độ bức xạ chiếu lên chúng, cũng như hệ số góc bức xạ từ các mặt đó đến cửa sổ.

Có thể tính gần đúng lượng nhiệt phản xạ theo biểu thức:

$$q_R = 0,3C_d \cdot a_d \cdot I_{ng} \quad (6.13)$$

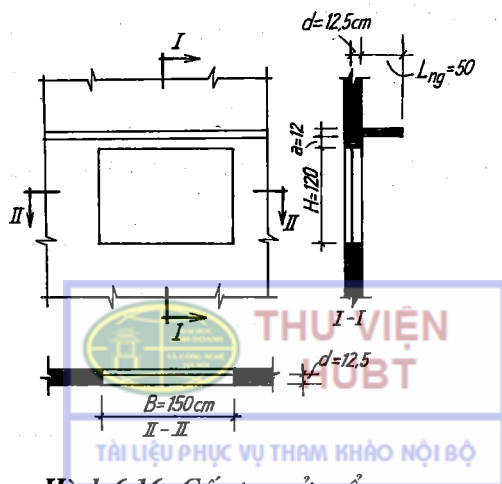
a_d - hệ số phản xạ của mặt đất;

I_{ng} - tổng xạ chiếu xuống mặt đất.

Từ các công thức (6.9), (6.11) và (6.13) ta có công thức tính tổng nhiệt bức xạ (lượng nhiệt gián đoạn) chiếu qua cửa vào phòng như sau:

$$q = C_d \cdot \tau \left[K_{ch} S_d + 0,5 \left(K_{bt} D_{ng} + 0,6 a_d I_{ng} \right) \right]. \quad (6.14)$$

Ví dụ 6.5: Tính tổng lượng nhiệt bức xạ truyền vào nhà qua $1m^2$ diện tích cửa sổ lúc 8h sáng trong tháng 6. Cấu tạo cửa cho ở hình 6.16. Nhà xây dựng ở Hà Nội cửa sổ hướng Đông Nam. Hệ số che bức xạ của khung và đồ cửa $C = 0,8$ (bảng 6.2). Hệ số xuyên bức xạ của lớp kính $\tau = 0,85$ (bảng 6.3). Hệ số phản xạ của mặt đất $a_d = 0,25$. Trị số bức xạ mặt trời lấy theo hình 1.7 lúc 8 giờ $S_d = 290$, $D_{ng} = 150$, $I_{ng} = 510$ kcal/ m^2 .h.



Hình 6.16: Cấu tạo cửa sổ dùng cho ví dụ 6.5

Giải:

Lúc 8h sáng tháng 6 ở Hà Nội có góc cao mặt trời $h = 34^\circ 10'$, góc phương vị mặt trời $A = 100^\circ$ (phụ lục 1), góc hướng nhà (hướng Đông Nam) $\alpha = 45^\circ$, do đó: $\gamma = 100 - 45 = 55^\circ$. Thay trị số vào các công thức trên, ta lần lượt có:

$$K_{ch}^{ng} = \left[1 - \frac{12,5 \cdot \text{tg} 55^\circ}{150} \right] \times \left[1 - \frac{1}{120} \times \left(\frac{(50 + 12,5) \cdot \text{tg} 34^\circ 10'}{\cos 55^\circ} - 12 \right) \right] = 43$$

$$q_s = 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,43 \cdot 290 = 84,8 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$K_{bt} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4(50 + 12,5)^2}{(120 + 2 \cdot 12)^2}}} = 0,75$$

$$q_D = 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 0,5 \cdot 150 = 38,2 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$q_R = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,25 \cdot 510 = 26,1 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

Cuối cùng, tổng lượng nhiệt bức xạ chiếu qua cửa vào phòng lúc 8h sáng:

$$q = q_s + q_d + q_R = 84,8 + 38,2 + 26,1 = 148,1 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$



Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm nước ta, về mùa nóng, nếu con người sống và làm việc trong căn phòng đóng cửa sẽ thấy nóng bức, ngột ngạt, khó chịu, mồ hôi có thể chảy ướt sũng áo. Đó là vì khả năng tỏa nhiệt bằng đối lưu và bốc hơi mồ hôi đều bị hạn chế do môi trường vi khí hậu đã nóng lại bị gió. Ngược lại, về mùa lạnh nếu con người sống và làm việc trong căn phòng cửa mở toang hai phía sẽ cảm thấy giá lạnh. Đó là vì gió lùa mạnh, làm tăng tốc độ tỏa nhiệt của con người dưới dạng đối lưu trong khi môi trường đã khá lạnh rồi.

Vì vậy, việc khai thác và hạn chế gió tự nhiên tùy theo mùa nhằm đảm bảo điều kiện tiện nghi vi khí hậu cho con người sống, làm việc trong nhà hay trong tiểu khu xây dựng là một vấn đề rất quan trọng. Người ta gọi các biện pháp kiến trúc để đạt mục đích trên là tổ chức thông gió tự nhiên.

Đối với nhà dân dụng, mục đích của tổ chức thông gió tự nhiên là:

- Tăng cường tốc độ chuyển động của không khí trong nhà về mùa nóng và hạn chế gió thổi vào phòng về mùa lạnh;
- Tăng diện tích các khu vực trong nhà có gió xuyên qua trong mùa nóng;
- Thải bụi khói của nhà bếp và mùi hôi thối của khu vệ sinh ra ngoài, không để ảnh hưởng đến phòng ở và làm việc.

Đối với nhà công nghiệp, ngoài các mục đích trên, thông gió tự nhiên còn có thêm các mục đích:

- Thải lượng nhiệt thừa do máy móc, thiết bị, con người sinh ra để chống nóng;
- Thải các hơi độc hại (cacbonic, amoniac v.v...) và bụi khói công nghiệp ra ngoài, thay đổi không khí bị ô nhiễm trong xưởng bằng không khí trong sạch ngoài trời;
- Thải hơi nước ở các nhà sản sinh nhiều hơi nước, chống ẩm cho các kho tàng và công trình bằng cách lựa chọn thời cơ thông gió tốt.

Đối với tiểu khu xây dựng, mục đích của thông gió tự nhiên là làm cho toàn tiểu khu được thông thoáng và đảm bảo gió mát mùa nóng thổi trực tiếp đến mọi công trình cần thông gió tránh hiện tượng nhà trước chắn gió nhà sau, cũng như tránh bụi khói công nghiệp và hơi độc hại tỏa vào khu dân cư.

7.1. SỰ HÌNH THÀNH GIÓ TỰ NHIÊN TRONG NHÀ

Không khí trong nhà chuyển động được là nhờ có sự chênh lệch áp lực khí động giữa trong nhà và ngoài nhà do gió gây ra (gọi tắt là áp lực khí động), hoặc nhờ sự chênh lệch trọng lượng riêng giữa không khí trong và ngoài nhà do nhiệt độ khác nhau gây ra (gọi tắt là sức đẩy trọng lực hay áp lực nhiệt).

1. Áp lực khí động

Khi gió thổi ở chỗ đất trống, bằng phẳng, vectơ vận tốc gió hầu như song song với mặt đất. Vận tốc gió biến thiên theo chiều cao theo quy luật hàm số mũ:

$$\frac{v_y}{v_h} = \left(\frac{y}{h} \right)^n \quad \text{với } h \neq 0 \quad (7.1)$$

v_h - vận tốc gió đã đo được ở độ cao h , m/s;

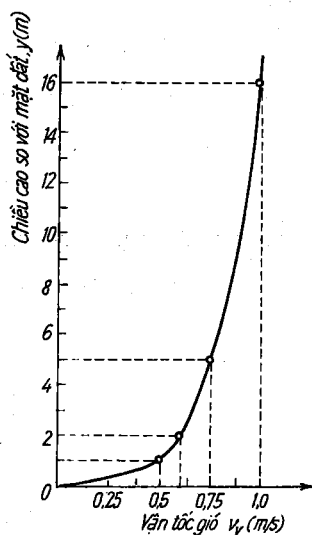
v_y - vận tốc gió cần tìm ở độ cao y , m/s;

n - số mũ, phụ thuộc vào độ gồ ghề của mặt đất, xác định bằng thực nghiệm, thông thường $\frac{1}{7} \leq n \leq \frac{1}{4}$.

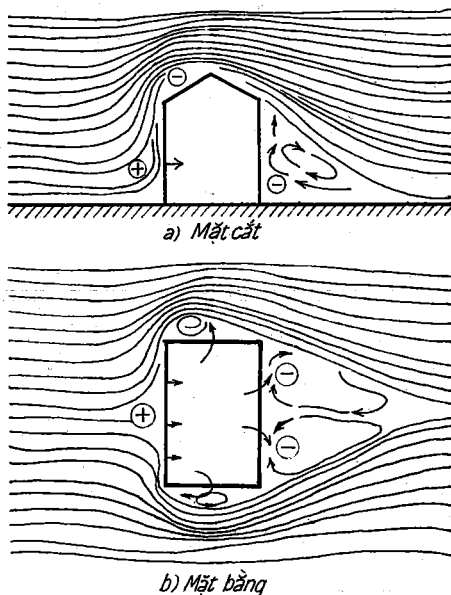
Chẳng hạn nếu ở độ cao $h = 1\text{m}$ đo được vận tốc gió bằng $0,5\text{ m/s}$, với $n = \frac{1}{4}$ thì vận tốc gió phân bố theo chiều cao sẽ có dạng như hình 7.1.

Khi luồng gió gặp vật chắn như bức tường, ngôi nhà, vườn cây, đê đập, đồi núi v.v..., trường vận tốc gió sẽ hoàn toàn thay đổi, gió thổi vòng qua vật chắn và gây tác dụng không đều trên mặt vật chắn. Giả sử gió thổi đến một ngôi nhà đơn độc (hình 7.2) sẽ có hiện tượng như sau: ở mặt đón gió, không khí bị ngăn lại, vận tốc giảm đi, động năng biến thành thế năng và như vậy trên mặt đón gió áp lực không khí ngoài nhà lớn hơn áp lực trong nhà (tạo

thành thể áp khí động), nếu đục lỗ ở mặt tường, không khí sẽ đi từ ngoài vào trong: ta nói trên mặt nhà đó có áp lực khí động dương và kí hiệu bằng dấu + (hình 7.2). Ở mặt sau nhà, hai đầu hồi và mái (khí mái bằng hay có độ dốc nhỏ) luồng gió sẽ tách khỏi mặt vật thể, uốn cong, lượn qua. Do hiện tượng tách dòng này, tại khu vực sát mặt tường và mái xuất hiện vùng gió xoáy, với áp lực khí động âm, được kí hiệu bằng dấu -. Nếu đục lỗ trên mặt tường và mái trong vùng áp lực âm thì không khí sẽ chuyển động từ trong ra ngoài.



Hình 7.1: Biến thiên vận tốc gió theo chiều cao



Hình 7.2: Sự hình thành áp lực khí động trên các mặt nhà

Quy luật sắp xếp hướng, vận tốc gió và sự phân bố áp lực khí động không đều trên các mặt nhà gọi là **đặc trưng khí động** của ngôi nhà. Đặc trưng này có ảnh hưởng quyết định đến chế độ thông gió tự nhiên của ngôi nhà. Nó phụ thuộc vào hình dạng ngôi nhà và hướng gió thổi.

Đặc trưng khí động được thể hiện một phần bằng **hệ số khí động**.

Hệ số khí động là tỉ số giữa áp suất khí động do gió gây ra tại mặt nhà so với áp suất khí động của gió tại chỗ trống trải, tức là:

$$k = \frac{P_v}{\frac{\gamma v^2}{2}} \quad (7.2)$$

k - hệ số khí động tại điểm tính toán trên mặt nhà, không có thứ nguyên, có thể âm hoặc dương;

P_v - áp suất do gió gây ra tại điểm trên;

γ - trọng lượng riêng của không khí;

v - vận tốc gió ngoài nhà.

Hệ số k thường được xác định bằng thí nghiệm trên mô hình trong ống khí động.

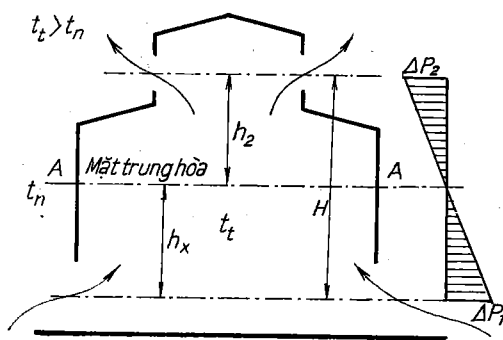
Khi biết k , ta tìm được áp suất khí động tại mặt nhà:

$$P_v = k \cdot \frac{\gamma v^2}{2}, \text{ kg/m}^2 \quad (7.3)$$

Công thức (7.3) có thể dùng trong tính toán thông gió tự nhiên, cũng như dùng để xác định tải trọng gió trên công trình, khi tính kết cấu chịu lực.

2. Sức đẩy trọng lực (áp lực nhiệt)

Sự chênh lệch nhiệt độ không khí ở bên trong và bên ngoài nhà làm cho trọng lượng riêng của không khí khác nhau, là nguyên nhân sinh ra sức đẩy trọng lực. Thông thường, không khí trong nhà nóng hơn, trọng lượng riêng nhỏ hơn, nên nhẹ, bay cao, thoát ra lỗ cửa phía trên, trong khi không khí ngoài nhà nặng hơn, tràn vào qua cửa phía dưới để lấp chỗ trống. Sau đó, phần không khí nặng này lại được đốt nóng và bay lên cao, cứ như vậy, không khí lưu thông liên tục qua nhà (hình 7.3).



Hình 7.3: Thông gió tự nhiên do chênh lệch nhiệt độ giữa trong và ngoài nhà gây ra

Những nguồn nhiệt đốt nóng không khí trong nhà chủ yếu bao gồm: lượng nhiệt do con người sản sinh ra, lượng nhiệt truyền qua kết cấu vào nhà và lượng nhiệt do sản xuất sản sinh ra (lò đúc, lò sấy, máy móc, đèn điện, bếp v.v..). Trong đó chỉ có nguồn nhiệt do các quá trình sản xuất nóng (xưởng đúc, luyện gang thép, buồng sấy...) sinh ra mới có khả năng tạo thành tốc độ không khí đáng kể.

Áp suất do tác dụng của nhiệt gây ra được xác định theo công thức:

$$P_t = h(\gamma_1 - \gamma_2), \text{ kg/m}^2 \quad (7.4)$$

h - độ cao chênh lệch giữa các tâm cửa gió vào và cửa gió ra;

γ_1, γ_2 - trọng lượng riêng của không khí ở cửa gió vào và cửa gió ra.

Trong điều kiện khí hậu nước ta, đối với nhà dân dụng và nhà công nghiệp có quá trình sản xuất nguội thì sức đẩy trọng lực thường rất nhỏ, gió trong nhà chủ yếu là do áp lực khí động gây ra. Vì vậy, trong kiến trúc dân gian, người ta hết sức lợi dụng gió tự nhiên thổi thẳng qua nhà (trực xuyên) để nhà được thông gió tốt.

Đối với các nhà công nghiệp có quá trình sản xuất nóng, thường đồng thời tồn tại cả áp lực khí động và áp lực nhiệt. Hai loại áp lực này có thể tác dụng cùng chiều hay ngược chiều. Người thiết kế cần chú ý tận dụng cả hai loại thế áp này và bằng mọi biện pháp làm cho chúng luôn luôn tác dụng cùng chiều với nhau.

7.2. CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN CỦA CÔNG TRÌNH

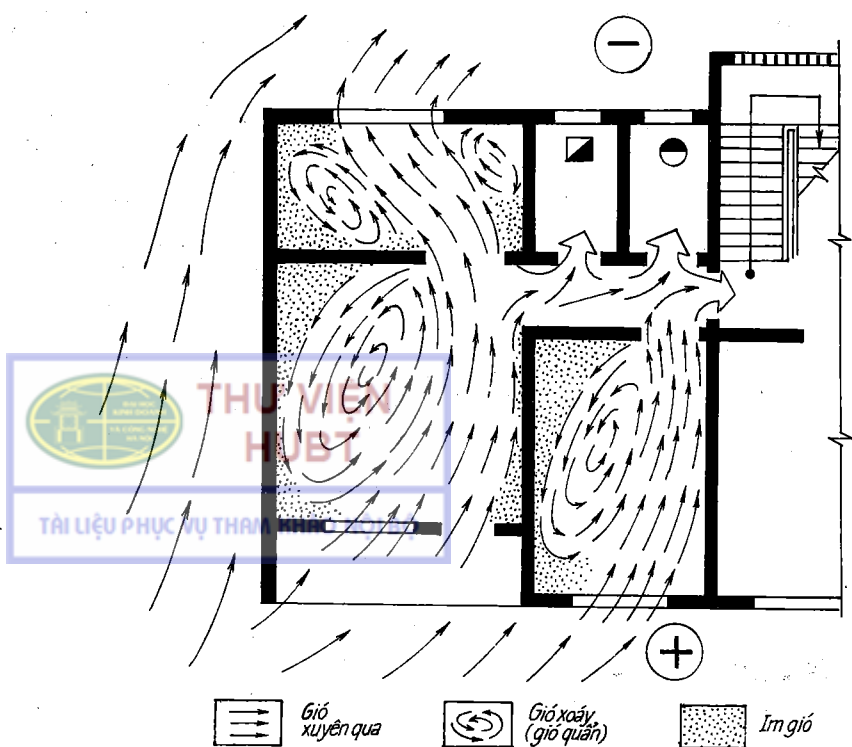
Ngoài việc đánh giá một cách định tính qua trạng thái chuyển động của không khí trong nhà dựa trên ảnh chụp bằng thí nghiệm trên máng thủy lực hay trong ống khí động; hiện nay người ta còn dựa vào *lượng thông gió* của nhà tính trong một giờ, để đánh giá một cách định lượng về chất lượng thông gió của nhà.

Tỉ số giữa nhiệt lượng thông gió G và thể tích phòng V gọi là *bội số thông gió n* của phòng ($n = G/V$). Có thể gọi lượng thông gió G (kg/h) hay bội số thông gió n là chỉ tiêu thứ nhất, dùng để đánh giá chất lượng thông gió tự nhiên của nhà. Bội số thông gió càng lớn thì khả năng thông gió của nhà càng lớn, không khí trong nhà được thay đổi nhiều lần trong một giờ, các lượng nhiệt thừa, bụi khói, hơi độc hại, hơi ẩm v.v... càng được thải nhanh ra ngoài.

Nhưng, lượng thông gió G chỉ có thể dùng để đánh giá một cách khái quát trạng thái chung về chất lượng thông gió của nhà. Đối với nhà dân dụng, thông gió tự nhiên không phải chỉ đơn thuần là biện pháp trao đổi không khí, mà chính là nhằm làm mát nhà. Vì vậy, tác giả thấy cần phải bổ

sung thêm một chỉ tiêu thứ hai nữa để đánh giá chất lượng thông gió của nhà. Mục đích chính của thông gió tự nhiên trong nhà dân dụng và trong nhà máy ít bụi khói, có quá trình sản xuất nguội là tăng cường tốc độ gió và mở rộng phạm vi diện tích có gió thổi qua trong khu vực con người sinh hoạt và làm việc (khu vực này có thể giới hạn từ độ cao cách mặt sàn khoảng 0,2m đến 2m); bởi vì hiệu quả làm mát phòng phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của không khí và kích thước không gian có không khí chuyển động. Tốc độ chuyển động của không khí càng lớn, con người tỏa nhiệt càng nhanh và về mùa Hè càng cảm thấy mát. Phạm vi bí gió trong phòng càng nhỏ, việc bố trí chỗ làm việc, sinh hoạt càng dễ dàng.

Khi gió thổi qua căn nhà, tốc độ chuyển động không khí trong các phòng sẽ phân bố không đều, bởi vì trường gió trong nhà phụ thuộc rất nhiều vào giải pháp mặt bằng và không gian của nhà (hình 7.4).



Hình 7.4: Sơ đồ chuyển động của không khí qua căn nhà.

Vì vậy, để đánh giá chất lượng thông gió tự nhiên của nhà và trên cơ sở đó, có thể lựa chọn giải pháp kiến trúc hợp lý, cần có thêm chỉ tiêu thứ hai gọi là hệ số thông thoáng của nhà, kí hiệu K_{th} [19]

Hệ số K_{th} được xác định:

$$K_{th} = K_1 \cdot K_2 \quad (7.5)$$

$$K_{th} = \frac{\sum v_i V_i}{v_n V} \quad (7.6a)$$

$$K_2 = \frac{V - \sum V_{lg}}{V} \quad (7.6b)$$

v_i , V_i - tốc độ gió trung bình và thể tích của các phạm vi "i" có không khí chuyển động (hình 7.5);

V_{lg} - thể tích phạm vi lạng gió trong phòng;

V - thể tích phòng; $V = \sum V_i + V_{lg}$;

v_n - tốc độ gió tính toán ngoài nhà, với điều kiện $v_n > 0$.

Đối với nhà dân dụng thông thường, khi chiều cao cửa sổ $h_c \geq 0,4H$ (H là chiều cao của phòng), có thể xác định hệ số K_1 và K_2 như sau:

$$K_1 = \frac{\sum v_i F_i}{v_n F} \quad (7.6c)$$

$$K_2 = \frac{F - \sum F_{lg}}{F} \quad (7.6d)$$

F_i , F_{lg} , F - diện tích tiết diện nằm ngang của các khối V_i , V_{lg} và V .

Ý nghĩa vật lý của hệ số K_1 là sự so sánh giữa trạng thái chuyển động trung bình của không khí trong nhà với trạng thái gió ở chỗ trống ngoài nhà, còn hệ số K_2 là tỉ lệ giữa thể tích khu vực có không khí chuyển động so với thể tích toàn phòng.

Rõ ràng là khi cửa hoàn toàn đóng kín thì $v_i = 0$ và $K_1 = 0$ tức là $K_{th} = 0$, ngược lại, khi xây dựng nhà không có tường và vách ngăn thì có thể coi gần đúng $K_1 = K_2 = K_{th} = 1$.

Như vậy, hệ số thông thoáng biến thiên trong giới hạn:

$$0 \leq K_{th} \leq 1 \quad (7.7)$$

Khi hệ số K_{th} càng gần tới 1, nhà càng thông thoáng. Tất nhiên, cần phải tiến hành thí nghiệm khảo sát các công trình thực tế ở từng địa phương khác nhau để xác định được hệ số K_{th} bằng bao nhiêu là hợp lý nhất.

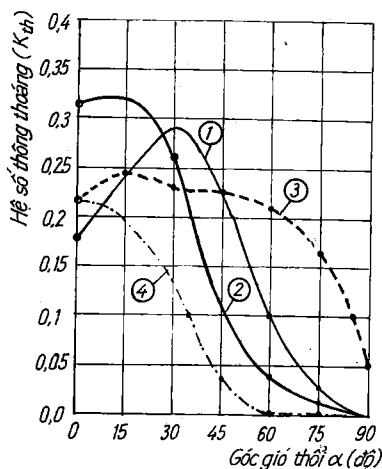
Khi thiết kế nhà để lựa chọn phương án thông gió tự nhiên hợp lý, cần so sánh hệ số thông thoáng K_{th} giữa các phương án với nhau. Việc so sánh này có thể thực hiện một cách dễ dàng bằng ảnh chụp thí nghiệm mô hình trên máng thủy lực kiểu SAGHI.

Hệ số thông thoáng của phòng phụ thuộc vào hướng gió thổi, mặt bằng, hình khối nhà và cấu tạo cửa sổ với các kiểu che nắng khác nhau. Hình 7.5 giới thiệu kết quả thí nghiệm với hướng gió thay đổi từ 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° đến 90° và kết cấu che nắng kiểu nằm ngang, kiểu thẳng đứng, kiểu tổ ong và tấm chắn nắng ở cạnh cửa.

Từ hình 7.5 ta thấy khi gió thổi với góc lớn hơn 30° , kết cấu che nắng làm giảm rõ rệt hệ số thông thoáng, trái lại, khi góc gió thổi từ $0 - 30^\circ$, kết cấu che nắng có thể làm tăng hệ số thông thoáng của nhà, do tác dụng khuếch đại dòng không khí thổi qua.

Ngoài ra, ta còn thấy rằng đối với phòng không có kết cấu che nắng hoặc có kết cấu che nắng nằm ngang, khi có góc gió thổi từ $15 - 30^\circ$, hệ số thông thoáng sẽ cực đại, còn đối với các kết cấu che nắng đứng hoặc kiểu hỗn hợp (vừa đứng vừa ngang) hệ số thông thoáng sẽ cực đại khi góc gió thổi từ $0 - 15^\circ$.

Như vậy, trong thực tế, khi đặt hướng nhà lệch với hướng gió chủ đạo trong mùa Hè khoảng 15° có thể sẽ đạt hiệu quả thông gió tự nhiên tốt nhất.



Hình 7.5: Hệ số thông thoáng phụ thuộc góc gió thổi và kiểu che nắng

1. Kết cấu che nắng kiểu nằm ngang hoặc không có kết cấu che nắng;
2. Kết cấu che nắng kiểu thẳng đứng;
3. Tấm che nắng thẳng đứng cạnh cửa thuận chiều gió;
4. Như trên, trái chiều gió.

Các công thức (7.5) và (7.6) có thể mở rộng để xác định hệ số thông thoáng của tiểu khu nhà ở, hay của cả khu nhà máy. Trên cơ sở phân tích hệ số thông thoáng tương tự như trên, ta dễ dàng xác định mặt bằng tiểu khu hợp lí nhất về mặt thông gió tự nhiên.

7.3. CHỌN HƯỚNG NHÀ

Chọn hướng nhà là một vấn đề quan trọng trong thiết kế kiến trúc dân dụng, công nghiệp cũng như quy hoạch. Đây là biện pháp có hiệu quả kinh tế - kĩ thuật lớn trong việc cải thiện vi khí hậu trong phòng. Theo tài liệu thống kê của nước ngoài, chưa kể các tác hại khác, việc chi phí thêm cho kết cấu che nắng vì chọn hướng nhà không hợp lí có thể làm tăng giá thành xây dựng từ 1,5 - 3%.

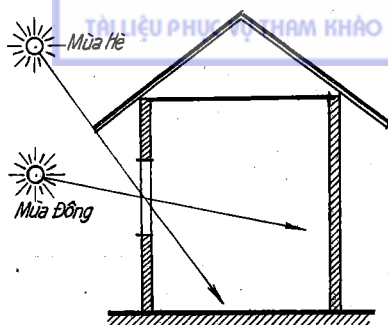
Căn cứ vào truyền thống xây dựng của ông cha từ ngàn xưa, ta đã có kinh nghiệm chọn hướng Nam là hướng tốt. Với hướng này mùa Hè thì mát mẻ, mùa Đông lại đỡ lạnh. với điều kiện khí hậu nước ta, cho phép trong một thời gian dài trong năm có thể lợi dụng những thuận lợi của khí hậu tự nhiên để tạo ra vi khí hậu tốt trong nhà bằng các biện pháp kiến trúc, không cần điều tiết nhân tạo, thì vấn đề chọn hướng nhà lại càng có ý nghĩa to lớn.

Chọn hướng nhà đúng hay sai sẽ đưa đến những ảnh hưởng vi khí hậu như sau:

- Điều kiện thông gió tự nhiên trong nhà tốt hay xấu;
- Bức xạ chiếu vào nhà nhiều hay ít, nông hay sâu.

Vì vậy cần phân tích các yếu tố khách quan trên cơ sở khoa học để xác định hướng nhà thích hợp ở mỗi địa phương. Các yếu tố đó là:

- Hướng gió thịnh hành về mùa Hè và mùa Đông của địa phương;
- Bức xạ và đường chuyển động biểu kiến của mặt trời trong năm;
- Địa hình nơi xây dựng;
- Yêu cầu của tổ hợp kiến trúc và yêu cầu sử dụng của công trình.



Hình 7.6: Hướng nhà có lợi về mặt bức xạ mặt trời

Trong đó yếu tố thứ nhất và thứ hai có ý nghĩa quyết định; đặc biệt là yếu tố gió, vì đối với bức xạ còn có thể dùng biện pháp che nắng để khắc phục và cải tạo.

1. Hướng nhà có lợi về bức xạ mặt trời

Để chống nóng trong mùa Hè, cần làm cho năng lượng bức xạ mặt trời chiếu vào ít nhất và tia nắng chiếu vào nhà nông nhất. Ngược lại mùa Đông thì cần có bức xạ chiếu vào nhiều và sâu để sưởi ấm (hình 7.6).

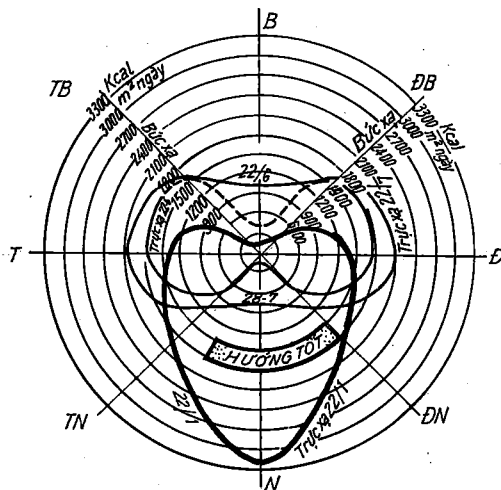
Chúng ta đã biết ở hướng Đông và hướng Tây, tia nắng mặt trời chiếu xiên qua cửa vào phòng, rất bất lợi cho người sống và làm việc trong đó. Đặc biệt ở hướng Tây, giờ có nắng chiếu vào lại trùng với giờ có nhiệt độ không khí ngoài nhà lớn nhất (khoảng 14 - 15 giờ chiều), nên nắng "xiên khoai" lại càng gây ra nóng gay gắt, khó chịu.

Nước ta nằm ở Bắc bán cầu nên ở hướng Bắc về mùa Đông không có mặt trời chiếu, ngược lại, mùa Hè tia nắng lại có thể chiếu vào nhà. Vì vậy nhà quay về hướng Bắc cũng bất lợi, nhà quay về hướng đó thì trong mùa Đông sẽ rất lạnh, mùa Hè nóng.

Như vậy trên quan điểm bức xạ thì hướng Nam là hướng tốt nhất, vì ở hướng này thỏa mãn được yêu cầu là về mùa Hè bức xạ chiếu vào ít và về mùa Đông bức xạ chiếu vào nhiều.

Trong thiết kế thực tế cần phải xác định phạm vi hướng tốt và phạm vi hướng xấu của nhà. Căn cứ tài liệu khí tượng và dùng máy tính để tính toán ta lập được đồ thị tổng lượng bức xạ trực tiếp trong ngày biến thiên theo hướng mặt nhà (hình 7.7).

Xét đồ thị 7.7, ta thấy trong phạm vi hướng Đông Nam đến hướng Tây Nam có trị số bức xạ



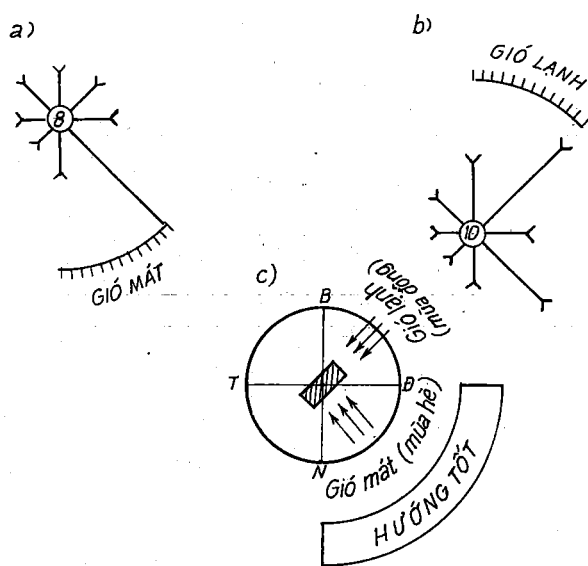
Hình 7.7: Biến thiên tổng bức xạ trực tiếp ($\text{kcal/m}^2.\text{ngày}$) chiếu trên mặt đứng trong các tháng 6, tháng 7 và tháng 1 phụ thuộc vào hướng nhà tại địa điểm Hà Nội

mặt trời bé nhất trong mùa Hè và lớn nhất trong mùa Đông. Nhưng vì ở hướng Tây Nam, thời điểm bức xạ mặt trời lớn nhất xuất hiện gần trùng với lúc nhiệt độ ngoài nhà cực đại, nên xét tổng hợp cả hai nhân tố bức xạ và nhiệt độ, hướng Tây Nam bất lợi hơn hướng Đông Nam.

Như vậy, trên quan điểm thuần túy về mặt trời, phạm vi hướng tốt của nhà là hướng từ Tây Nam lệch Nam 30° đến Đông Nam (hình 7.7).

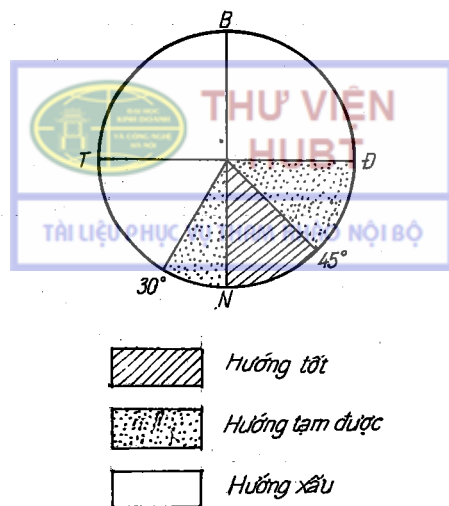
2. Hướng nhà có lợi về mặt thông gió tự nhiên

Nhân tố gió có ý nghĩa quan trọng đặc biệt đối với việc lựa chọn hướng nhà. Vì vậy, để quyết định hướng nhà hợp lý cần nghiên cứu kỹ hoa gió mùa nóng và hoa gió mùa lạnh ở địa phương xây dựng, có như thế mới tận dụng được gió mát trong mùa Hè và hạn chế được gió lạnh thổi vào phòng trong mùa đông. Ví dụ khi xác định hướng nhà ở Hà Nội, phân tích hoa gió mùa Hè và mùa Đông của Hà Nội (hình 7.8) ta thấy đặt nhà hướng Đông Nam là tốt nhất, vì trong mùa Hè gió mát thổi chính diện, trong mùa Đông gió lạnh thổi vào đầu hồi, còn gió ấm Đông Nam cũng thổi vào dễ dàng.



Hình 7.8: Chọn hướng nhà có lợi về thông gió đối với khu vực Hà Nội

a) Về mùa Hè ; b) Về mùa Đông ;
c) Hướng nhà tốt về thông gió



Hình 7.9: Hướng nhà ở khu vực Hà Nội

Ngược lại, nếu đặt hướng Tây Nam thì mùa Hè gió mát thổi vào đầu hồi, về mùa Đông gió lạnh lại thổi thẳng góc với mặt sau nhà nên rất bất lợi.

Kết quả thí nghiệm tiến hành trên mô hình trong ống khí động với cửa sổ mở hoàn toàn, với các loại kết cấu che nắng khác nhau hoặc không có kết cấu che nắng chứng tỏ [19]:

- Không phải lúc gió thổi thẳng góc với mặt nhà sẽ đạt được lượng thông gió lớn nhất, mà cực đại của lượng thông gió lại ứng với góc gió thổi $\approx 15^\circ$, hiện tượng này có liên quan đến sự ma sát và thu hẹp dòng khí qua lỗ cửa và lực quán tính của khối không khí trong phòng.

- Khi góc gió thổi lệch với hướng nhà 30° thì lượng thông gió giảm đi từ 8 - 15%; còn khi lệch tới 45° , lượng thông gió giảm đi từ 25 - 35% so với lượng thông gió cực đại, tùy theo hình thức kết cấu che nắng khác nhau. Khi góc gió thổi lệch với hướng nhà lớn hơn 45° , lượng thông gió giảm đi rất nhanh. Như vậy, có thể kết luận rằng hướng nhà tốt nhất về mặt thông gió là hướng nhà lập với hướng gió chủ đạo về mùa Hè khoảng 15° và nếu bố trí hướng nhà lệch với hướng gió chủ đạo mùa Hè tại địa phương từ $0 - 45^\circ$ vẫn đảm bảo được trạng thái thông gió trong phòng tương đối khả quan. Do đó, xét riêng về thông gió thì hướng nhà tốt ở khu vực Hà Nội nằm trong phạm vi từ Đông đến Nam.

Xét tổng hợp cả hai nhân tố mặt trời và gió, ta xác định được hướng nhà có lợi nhất ở khu vực Hà Nội là từ chính Nam đến Đông Nam (hình 7.9).

Phân tích tương tự như trên, ta có thể xác định hướng nhà tốt ở các địa phương khác.

7.4. TỔ CHỨC THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN TRONG QUY HOẠCH TIỂU KHU XÂY DỰNG

Tổ chức tốt thông gió trong tiểu khu thành phố, nông thôn không những có tác dụng tạo gió chung trong toàn khu, mà còn có ảnh hưởng trực tiếp và là tiền đề để thông gió trong công trình.

Tình hình gió trong tiểu khu phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như cách tổ chức mặt bằng tiểu khu, tổ chức giao thông, bố trí cây xanh, ao, hồ, mật độ xây dựng cũng như tổ chức mặt đứng của nó v.v... Để giải quyết tốt gió trong tiểu khu, ta phải thực hiện tốt các vấn đề sau:

1. Xác định khoảng cách giữa các công trình hợp lý

Khoảng cách giữa các công trình không những có ảnh hưởng rõ rệt đến điều kiện vệ sinh, thông gió và khí hậu trong công trình, mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến chỉ tiêu kinh tế trong xây dựng tiểu khu, xí nghiệp và thành phố. Khoảng cách các công trình càng rộng, không những diện tích chiếm đất càng lớn, hệ thống giao thông và đường ống, dây dẫn càng dài, mà ngay cả chi phí vận hành trong suốt thời gian sử dụng cũng sẽ nhiều hơn.

Vì vậy, về quan điểm kinh tế, khoảng cách giữa các công trình càng hẹp càng tốt. Tuy nhiên nếu khoảng cách càng hẹp, điều kiện thông gió tự nhiên trong nhà càng kém, vì nhà trước che gió nhà sau. Hơn nữa một số phòng có thể quanh năm không có ánh sáng mặt trời, điều kiện vệ sinh không đảm bảo; mặt khác cũng không đảm bảo yêu cầu phòng hỏa. Vì vậy, ta phải xác định khoảng cách công trình hợp lý, để vừa thỏa mãn yêu cầu kinh tế, vừa thỏa mãn yêu cầu sử dụng.

Khoảng cách công trình không những do yêu cầu thông gió tự nhiên quyết định mà còn phải xét đến yêu cầu chiếu nắng nữa, nhất là đối với các nhà an dưỡng, bệnh viện, nhà trẻ, nhà mẫu giáo v.v...

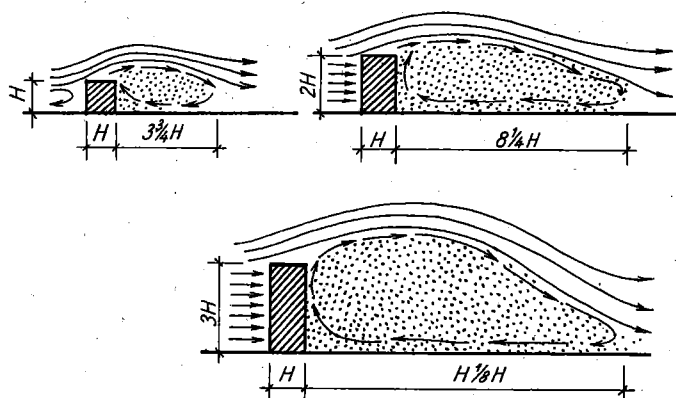
Nước ta là một nước nhiệt đới, năng lượng bức xạ mặt trời lớn, mùa nóng thường kéo dài, bức xạ mùa Đông không nhỏ lắm, nên phần lớn các vùng đều có yêu cầu chiếu nắng cho nhà rất thấp. Mặt khác, nước ta nằm ở vĩ độ nhỏ, mặt trời thường có độ cao lớn hơn các nước khác, về mùa Hè mặt trời đi trên đỉnh đầu, nên rất dễ chiếu nắng vào tiểu khu xây dựng. Ví dụ lúc 12 giờ trưa ngày Đông chí (ngày có vị trí mặt trời thấp nhất trong năm) độ cao mặt trời ở Hà Nội xấp xỉ $44^{\circ}30'$; ở Huế $50^{\circ}0'$ ở thành phố Hồ Chí Minh $55^{\circ}50'$, tức là đều xấp xỉ 45° trở lên. Vì vậy nếu nhà đặt theo hướng từ Đông Nam đến Tây Nam, khoảng cách lớn hơn hoặc bằng chiều cao ($L \geq H$) thì, nói chung, mặt nhà sẽ có nắng chiếu vào mùa Đông. Nói cách khác, nếu nhà đặt ở hướng hợp lý, khoảng cách giữa các công trình chỉ bằng chiều cao nhà ($L = H$) cũng rất dễ dàng thỏa mãn yêu cầu chiếu nắng. Vì vậy ở nước ta, khoảng cách giữa các công trình chủ yếu do yêu cầu thông gió tự nhiên quyết định.

Theo quy luật của khí động học, khi gió thổi gặp vật chắn như nhà cửa, sẽ tạo thành khu vực gió quẩn và khu im gió ở ngay cạnh và sau nó. Nếu nhà sau đặt trong khu vực gió quẩn và im gió của nhà trước thì điều kiện thông

gió tự nhiên sẽ rất xấu. Khu gió quẩn và im gió ở sau công trình lớn hay nhỏ phụ thuộc vào ba yếu tố sau đây:

- Kiểu nhà,
- Kích thước hình học của nhà (cao, rộng, dài),
- Góc gió thổi.

Hình 7.10 giới thiệu kết quả thí nghiệm bằng mô hình xác định phạm vi vùng im gió sau công trình phụ thuộc chiều cao nhà. Từ hình 7.10 ta thấy: nhà càng cao thì vùng im gió càng lớn, nhưng không phải là tăng theo bậc nhất.

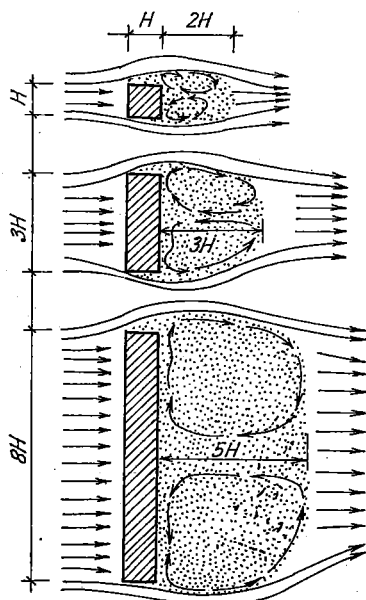


Hình 7.10: Quan hệ giữa chiều cao nhà và kích thước vùng im gió sau nhà

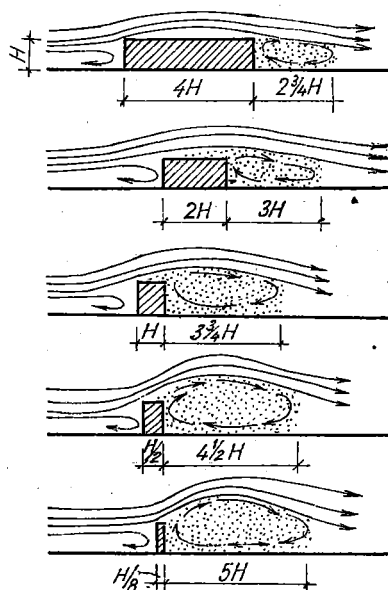
Hình 7.11 thể hiện quan hệ giữa chiều dài nhà và chiều rộng khu im gió. Nhà càng dài thì khu im gió càng lớn, nhưng cũng không phải là tăng theo bậc nhất. Chiều dài nhà tăng 3 lần, khu im gió chỉ tăng 1,5 lần; chiều dài nhà tăng 8 lần khu im gió cũng chỉ tăng 2,5 lần.

Hình 7.12 thể hiện quan hệ giữa chiều dày nhà và chiều rộng khu im gió. Ngược với những quan hệ trên, chiều dày càng lớn khi khu im gió càng nhỏ: khi nhà dày $1H$, khu im gió rộng $3\frac{3}{4}H$, nhưng nếu nhà chỉ dày $\frac{H}{8}$, khu im gió sẽ rộng tới $5H$, tức là gấp 40 lần chiều dày nhà.

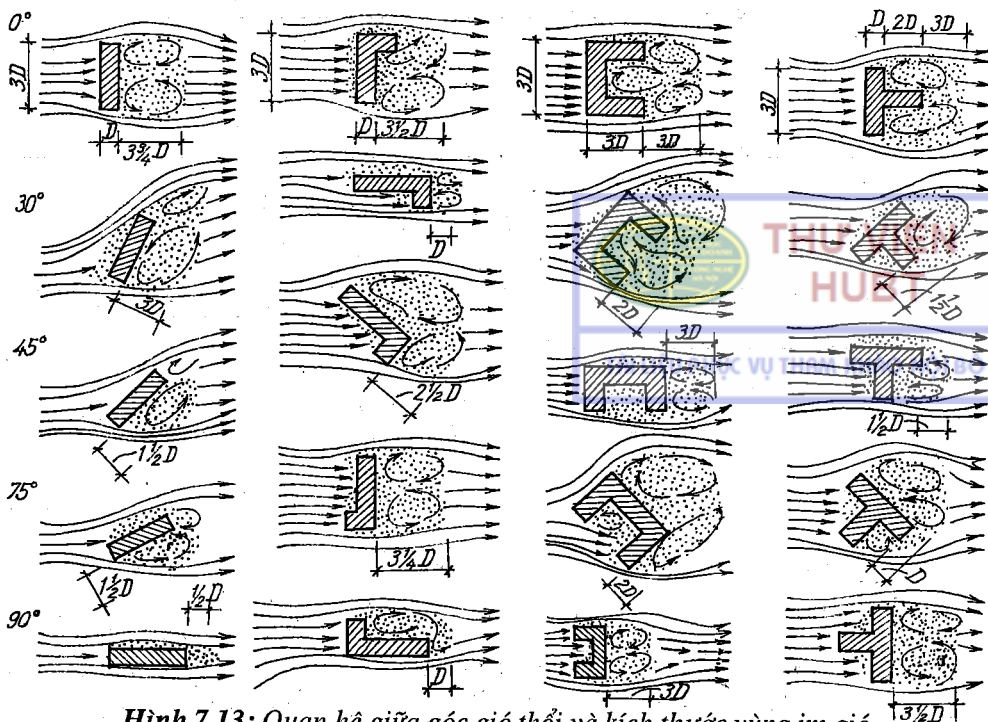
Tuy nhiên cũng cần chú ý đây là thí nghiệm bằng mô hình, coi nhà như một khối kín đặc. Nhưng trong điều kiện thực tế của ta, cửa sổ thường có kết cấu che nắng và về mùa Hè thường xuyên mở cửa thông gió, nên sẽ có một lượng gió xuyên qua nhà và làm cho hình thái khu im gió thay đổi đi chút ít.



Hình 7.11: Quan hệ giữa chiều dài nhà và kích thước vùng im gió



Hình 7.12: Quan hệ giữa chiều dày nhà và kích thước vùng im gió



Hình 7.13: Quan hệ giữa góc gió thổi và kích thước vùng im gió đối với các kiểu mặt bằng khác nhau

Căn cứ vào thí nghiệm trên, ta thấy khi hướng gió thổi thẳng góc với mặt nhà, muốn cho nhà phía sau có gió thổi vào cửa sổ (áp lực dương) thì khoảng cách giữa hai nhà phải lớn hơn hoặc bằng $(4 - 5)H$. Nếu muốn có trạng thái gió hoàn toàn tự nhiên thì khoảng cách yêu cầu càng phải lớn hơn. Trong thực tế khó lòng đảm bảo được kích thước này, vì rất lãng phí đất xây dựng, kinh phí đầu tư cũng như kinh phí quản lý và sử dụng công trình lớn, đồng thời công trình bố trí lại rời rạc. Vì vậy, cần nghiên cứu cải tiến cách bố trí và chọn hướng nhà hợp lý để giải quyết tốt yêu cầu thông gió tự nhiên, chứ không thể chỉ thuần túy dựa vào biện pháp mở rộng khoảng cách công trình.

Hình 7.13 biểu thị tình hình vùng im gió sau công trình của 4 loại nhà (hình chữ nhật, chữ L, chữ U và chữ T) thay đổi theo góc gió thổi vào nhà.

Phân tích hình trên, ta thấy khi gió thổi lệch với hướng nhà, vùng im gió sẽ được thu hẹp lại. Chẳng hạn, đối với nhà hình chữ nhật, khi góc gió thổi $\alpha = 0^\circ$, chiều rộng vùng im gió $L_{im} = 3\frac{3}{4}D$; $\alpha = 30^\circ$, $L_{im} = 3D$; $\alpha = 45^\circ$, $L_{im} = 1\frac{1}{2}D$. Dĩ nhiên với mỗi kiểu nhà khác nhau, trạng thái vùng im gió cũng khác nhau.

Trên đây là xét từng nhà độc lập, khi xét trạng thái thông gió trong cả tiểu khu, qua kết quả nghiên cứu thực nghiệm, một số tác giả nước ngoài đã đi đến kết luận:

a) Với mọi khoảng cách giữa các nhà khác nhau, nếu góc gió thổi nghiêng từ 30° đến 45° , điều kiện thông gió tự nhiên đều tốt hơn trường hợp góc nhỏ hoặc thổi thẳng góc.

b) Thông thường, khoảng cách nhà càng lớn thì điều kiện thông gió trong tiểu khu càng tốt. Nhưng khi góc thổi nhỏ ($\alpha = 0^\circ$) nếu khoảng cách nhà tăng lên trong một phạm vi nhất định, cũng không có ảnh hưởng lớn đối với việc cải thiện thông gió tự nhiên trong tiểu khu.

c) Trường hợp khoảng cách nhà nhỏ, góc gió thổi lớn, điều kiện thông gió tự nhiên sẽ tốt hơn trường hợp khoảng cách lớn, góc gió thổi nhỏ.

d) Khi khoảng cách nhà tăng lên thì tỉ lệ phần trăm tốc độ gió ở các dãy nhà dần dần tiến tới bằng nhau.

Kết quả thí nghiệm cho thấy khi góc gió thổi $\alpha = 30^\circ - 45^\circ$ và tỉ lệ $\frac{L}{F} = 1,3$ hay 1,5 và 2 thì tỉ lệ tốc độ gió trong tiểu khu so với gió ở chỗ trống đã đạt

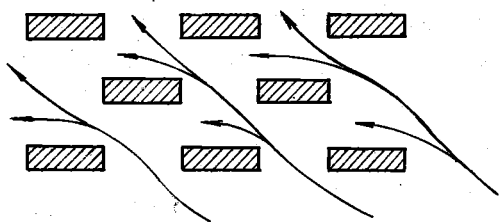
tới một giá trị tương đối lớn, còn trường hợp $\frac{L}{H} = 1$ thì trường gió trong tiểu khu xấu. Đồng thời cũng thấy rằng hiệu quả thông gió giữa trường hợp $\frac{L}{H} = 1,5 - 2$ so với trường hợp $\frac{L}{H} > 2$ khác nhau rất ít.

Xét về điều kiện kinh tế thì rõ ràng trường hợp $L = 1,5H$ tiết kiệm rất nhiều so với $L > 2H$. Do đó, nếu bố trí quy hoạch tiểu khu hợp lí, chọn hướng gió thổi tốt ($\alpha \approx 30^\circ$), khoảng cách $\frac{L}{H} \approx 1,5$ đã xem như đạt được yêu cầu thông gió. Khoảng cách này đối với yêu cầu chiếu nắng cũng hoàn toàn thỏa mãn.

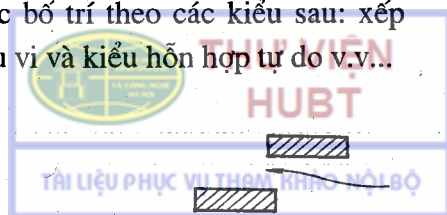
Khoảng cách giữa đầu hồi hai công trình trên cùng một dãy cũng có ảnh hưởng lớn đến trạng thái thông gió tự nhiên trong tiểu khu. Nếu khoảng cách này nhỏ mà góc gió thổi lớn quá, gió rất khó thâm nhập vào các dãy nhà phía sau. Nếu dãy nhà càng dài thì trạng thái thông gió càng xấu. Chọn khoảng cách đầu hồi chủ yếu phụ thuộc vào chiều dày công trình (ít phụ thuộc vào chiều cao nhà) và góc gió thổi. Góc gió thổi càng lớn, chiều dày nhà càng lớn thì khoảng cách giữa đầu hồi hai công trình cạnh nhau càng cần rộng. Thông thường có thể lấy bằng 1,5 chiều dày nhà trở lên.

2. Tổ chức mặt bằng

Mặt bằng tiểu khu xây dựng thường được bố trí theo các kiểu sau: xếp hàng song song, so le, giạt khác, kiểu bao chu vi và kiểu hỗn hợp tự do v.v..



Hình 7.14: Bố trí nhà kiểu cài răng lược



Hình 7.15: Bố trí nhà kiểu giạt khác

Kiểu bố trí xếp hàng song song đã được xây dựng nhiều, như khu Nguyễn Công Trứ, khu Kim Liên (Hà Nội) v.v... Đối với loại này, khi góc gió thổi

thay đổi thì trường gió và tốc độ gió trong tiểu khu thay đổi nhiều. Nếu cải tiến theo kiểu cài răng lược (hình 7.14), gió sẽ thổi vào các nhà dễ dàng hơn, vì khi góc gió thổi $\alpha = 0$, ta vẫn có khoảng cách các nhà thực tế lớn gấp đôi trường hợp bố trí xếp hàng song song.

Trong điều kiện địa hình và quy hoạch cho phép bố trí nhà theo kiểu giặt khác (hình 7.15) thì thông gió lại càng tốt hơn.

Khi bố trí nhà theo kiểu bao chu vi, gió rất khó thâm nhập vào tiểu khu, tạo nên vùng im gió, nhất là các góc tiểu khu, cho nên kiểu này chỉ thích hợp với các xứ lạnh, còn đối với nước ta thì không hợp lí. Ngoài ra, kiểu này không những về mặt thông gió xấu mà nhất định sẽ có một số nhà nằm ở hướng bị mặt trời thiêu đốt trong mùa Hè.

Bố trí nhà theo kiểu hướng tâm cũng không thích hợp với điều kiện nhiệt đới nước ta, bởi vì sức cản gió sẽ rất lớn và hướng của một số nhà không thuận lợi.

3. Lợi dụng mạng lưới đường giao thông làm đường thông gió

Hệ thống đường sá trong thành phố, tiểu khu và làng mạc là những đường dẫn gió rất tốt, cần hết sức tận dụng. Trên quan điểm về cải tạo vi khí hậu thành phố và tiểu khu, hệ thống đường chính nên bố trí song song với hướng gió để dễ dàng đưa gió thâm nhập vào tiểu khu, còn hệ thống đường phụ đặt song song hay thẳng góc với hướng gió. Cách bố trí này có ưu điểm là làm cho toàn bộ khu vực đều được thoáng gió.

4. Lợi dụng ao hồ để tạo gió mát

Đây cũng là một biện pháp cần chú ý. Thực tế ở thành phố Hà Nội chứng tỏ rằng các hồ Hoàn Kiếm, Trúc Bạch, Thiên Quang, Bảy Mẫu, hồ Tây v.v... có ảnh hưởng rất lớn đến vi khí hậu trong thành phố về mùa nóng. Nếu ao hồ được bố trí ở phía đầu gió thì trước khi thổi vào tiểu khu, gió đã được làm dịu mát.

5. Tổ chức mặt đứng tiểu khu xây dựng

Trong tiểu khu hay thành phố nếu xây dựng xen kẽ nhà cao tầng với nhà thấp tầng thì không những tiết kiệm được đất đai, tạo hình khối sinh động, đảm bảo thẩm mỹ, mà còn có lợi về phương diện thông gió. Kết quả nghiên cứu ở Nhật Bản cho thấy cách tổ chức mặt đứng tiểu khu ảnh hưởng đến thông gió như sau:

a) Khi bố trí nhà cao thấp xen kẽ, hiệu quả thông gió của phần nửa trên nhà cao tốt hơn trường hợp toàn khu là nhà cao. Còn hiệu quả thông gió trong phần nhà thấp so với trường hợp toàn khu là nhà thấp có giảm đi.

b) Khi bố trí nhà thấp trước, nhà cao sau, ảnh hưởng của các nhà thấp phía trước đến trạng thái thông gió của nhà cao phía sau là không đáng kể. Ảnh hưởng của nhà cao đến nhà thấp phía trước thể hiện chủ yếu ở trạng thái khí động phía sau nhà. Hệ số khí động ở mặt sau các nhà thấp giảm đi. Do tác dụng của hiện tượng gió xoáy và "bóng" khí động mà việc thông gió qua nhà thấp tăng đứng sát nhà cao rất kém.

c) Khi bố trí nhà cao trước, nhà thấp sau, ảnh hưởng của các nhà thấp phía sau đến trạng thái thông gió của các nhà cao phía trước là không đáng kể, nhưng điều kiện thông gió tự nhiên của các nhà thấp phía sau rất xấu.

7.5. TỔ CHỨC THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN TRONG NHÀ DÂN DỤNG

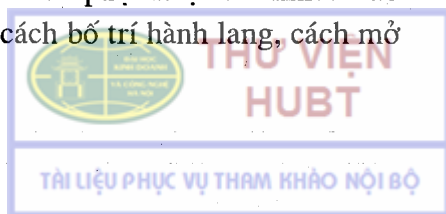
Đối với nhà dân dụng, áp lực khí động do gió gây ra thường lớn gấp khoảng từ 40 đến 60 lần áp lực trọng lực do chênh lệch nhiệt độ gây ra, vì hiệu số nhiệt độ trong và ngoài nhà không lớn. Do đó nguyên tắc cơ bản của việc tổ chức thông gió trong nhà dân dụng là triệt để lợi dụng gió trực tiếp thổi qua phòng. Ngoài các yếu tố hướng nhà, khoảng cách công trình, quy hoạch tiểu khu, tình hình thông gió trong nhà còn phụ thuộc rất nhiều vào cách tổ chức mặt bằng, mặt đứng công trình, cách bố trí hành lang, cách mở cửa, diện tích và vị trí lối đi, cửa sổ v.v...

1. Mặt bằng

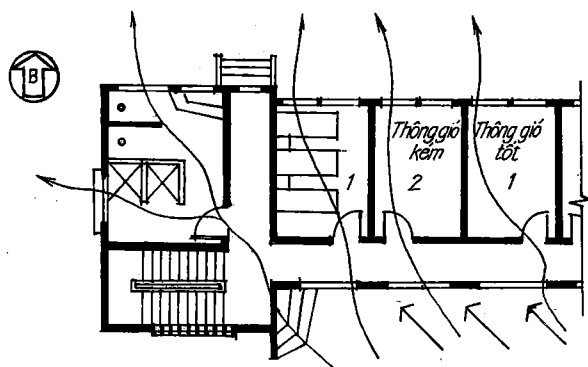
a) Mặt bằng nhà hành lang bên

Các nhà kí túc xá, nhà ở tập thể, trường học, nhà làm việc, trụ sở cơ quan v.v... bố trí theo kiểu hành lang bên, về mặt thông gió tự nhiên rất tốt, vì gió trực tiếp, xuyên qua phòng (hình 7.16).

Các hành lang ở hướng Nam có thể để trống, vì nó không những có tác dụng che nắng, che mưa, làm nơi hóng mát tốt, mà còn được bảo vệ, không bị gió mùa Đông Bắc thổi. Nếu mảng tường lan can của hành lang làm rộng thoáng, cánh cửa đi có chớp quay được, mảng tường phía trên và dưới cửa sổ có thêm các lỗ hoa thì thông gió trong phòng lại càng tốt

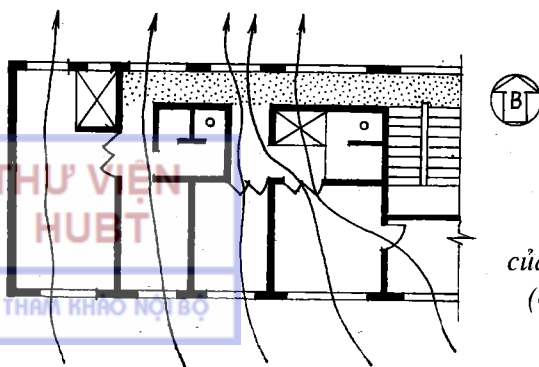


hơn. Cần chú ý là mùa Đông ở miền Bắc tương đối lạnh, nên ở các lỗ hoa đó phải có cánh cửa đóng kín về mùa đông. Phân tích phương án mặt bằng trên hình 7.16, ta thấy tác giả đặt khu vệ sinh và cầu thang ở đầu hồi là hợp lí, nhưng việc mở cửa đi chưa thích hợp, nên có phòng thông gió khá hơn, có phòng thông gió kém hơn.



Hình 7.16:
Một phương án
mặt bằng nhà
có hành lang bên
(PGS. TS.
Nguyễn Đức Thiêm
thiết kế)

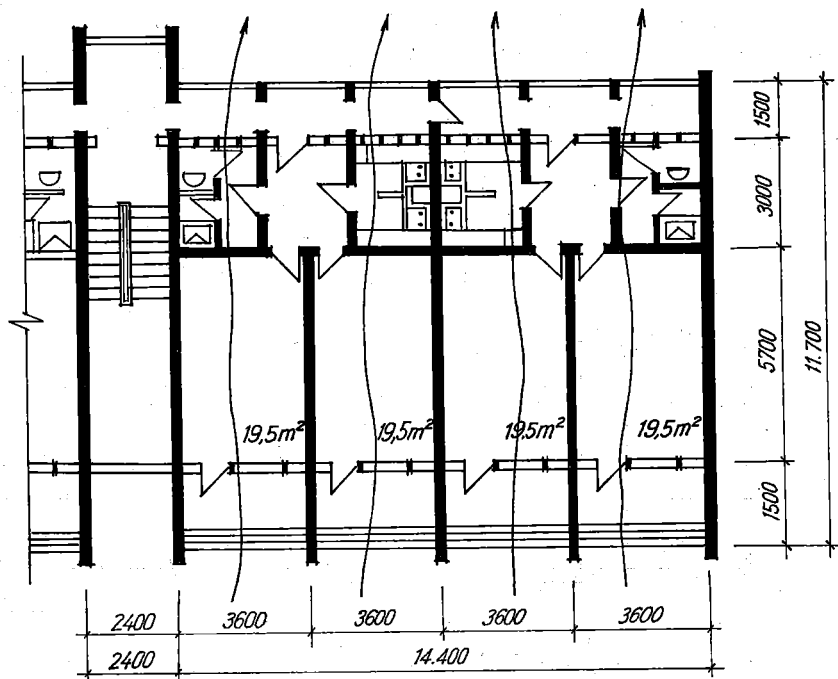
Đối với nhà ở gia đình thiết kế theo kiểu hành lang bên thì nên đặt hành lang phía Bắc (nếu đặt khu vệ sinh, bếp ở gần cửa ra vào) để đảm bảo có gió trực xuyên qua phòng ở và khu vệ sinh, kho, bếp nằm ở cuối gió (hình 7.17 và 7.18).



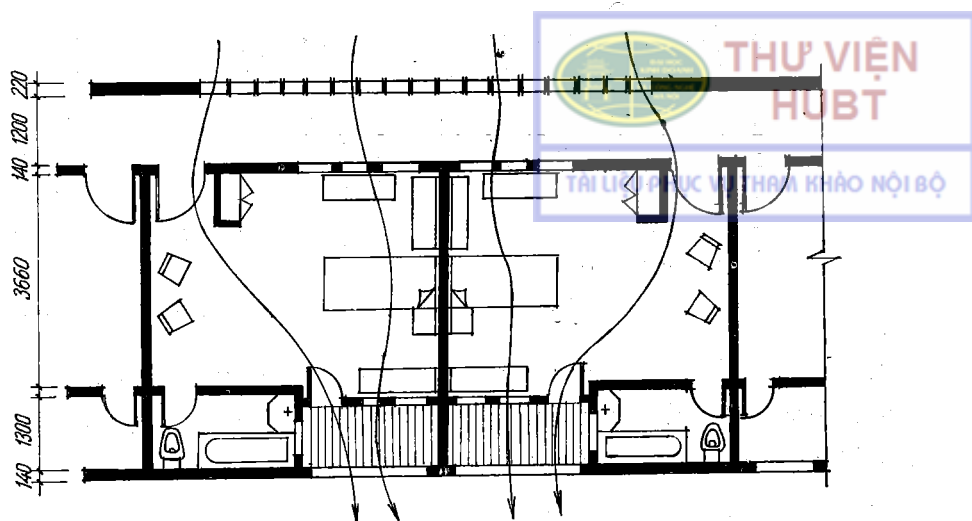
Hình 7.17:
Mặt bằng
nhà ở gia đình
của khu Kim Liên Hà Nội
(Cục Thiết kế dân dụng,
Bộ Kiến trúc thiết kế)

Loại mặt bằng này phù hợp nhất với các địa phương có hướng gió thịnh hành trong mùa Hè tương đối ổn định. Vì nếu gió đổi chiều, thì gió lại đi qua khu vực vệ sinh vào phòng ở.

Hình 7.19 giới thiệu một đoạn mặt bằng khách sạn Ngôi sao ở Accra-Gana, có hành lang đặt hướng Nam, điều kiện vi khí hậu trong phòng tốt.

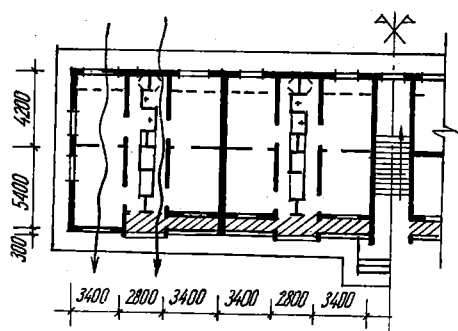


Hình 7.18: Mặt bằng đoạn nhà điển hình mẫu nhà ở gia đình lắp ghép tấm lớn kiểu LV-4, sản phẩm của nhà máy sản xuất nhà ở Đại Thanh, Xuân Mai và Thượng Lý.

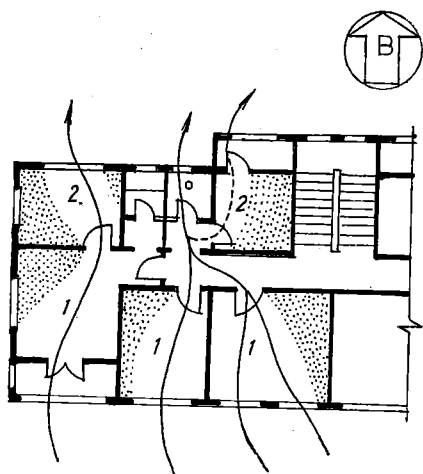


Hình 7.19: Một đoạn mặt bằng của khách sạn Ngôi sao ở Accra (Gana)

Nhà ở lắp ghép tấm lớn xây dựng ở Hà Nội hiện nay được thiết kế theo kiểu nhà hành lang bên, bố trí phòng ở và khu vệ sinh, sinh hoạt song song (hình 7.20). Tường ngăn giữa hai phòng ở có cửa đi, cửa sổ thông thoáng. Mặt bằng kiểu này có ưu điểm là các phòng ở cũng như khu vệ sinh, sinh hoạt đều có gió thổi xuyên qua trực tiếp mà không bị ảnh hưởng lẫn nhau, thích hợp với điều kiện khí hậu nước ta. Tuy nhiên, cần phải xét thêm về mặt không gian kiến trúc và bố trí diện tích sử dụng trong căn hộ.



Hình 7.20: Mặt bằng nhà ở có hành lang bên, bố trí phòng ở và khu vệ sinh, sinh hoạt song song (PGS. TS. Trương Tùng Thiết kế)



Hình 7.21: Mặt bằng nhà ở kiểu hành lang giữa

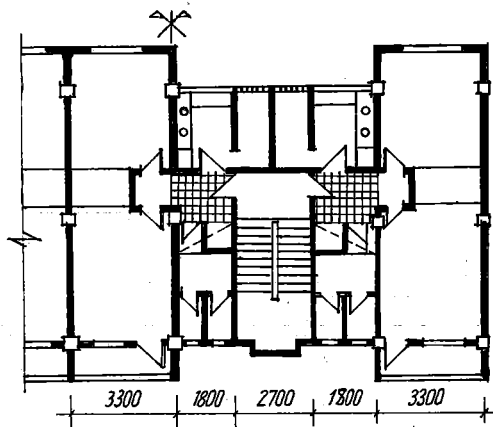
1. Phòng được thông gió tương đối tốt;
2. Phòng thông gió kém.

b) Mặt bằng nhà hành lang giữa

Mặt bằng theo kiểu hành lang giữa có ưu điểm nổi bật là giá thành rẻ, nhà vững chắc và ít bị mặt trời đốt nóng (so sánh tương đối với diện tích ở), nhưng điều kiện thông gió tự nhiên trong nhà thường là kém, nên khi thiết kế cần cố gắng tạo điều kiện thông gió tốt cho phòng ở. Có thể bố trí các phòng phụ như kho, bếp, phòng vệ sinh, cầu thang v.v... ở nửa nhà phía cuối gió (hình 7.21); rút ngắn chiều dài hành lang giữa, lợi dụng các phòng sinh hoạt chung để trống làm "âu" hút gió đưa vào hành lang, tăng cường đục lỗ ở chân tường và phần trên cửa hành lang (biện pháp này thường có ảnh hưởng xấu đến yêu cầu cách âm).

c) Mặt bằng phân đoạn không có hành lang

Hình 7.22 giới thiệu kiểu mặt bằng nhà phân đoạn không có hành lang. Mỗi phân đoạn nhà có một cầu thang. Khối vệ sinh và phòng phụ tập trung xung quanh cầu thang. Mỗi căn hộ có hai phòng ở. Các luồng gió đi qua phòng ở và qua khu vệ sinh độc lập với nhau, giống như ở mặt bằng nhà hình 7.21. Chiều gió thay đổi không ảnh hưởng đến chất lượng thông gió tự nhiên của nhà.



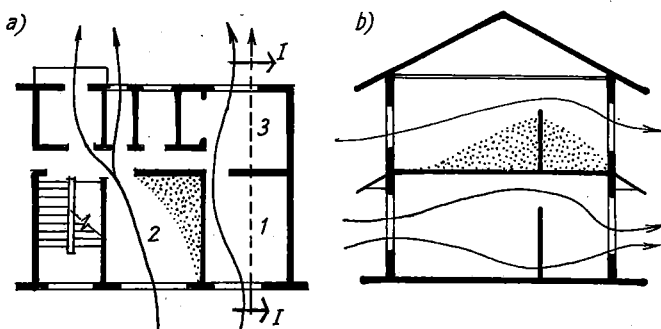
Hình 7.22: Mặt bằng đoạn điển hình nhà ở gia đình 1A₁, 1A₂ ở Xuân Mai (nhà khung chịu lực, KTS. Ngô Quang Sơn thiết kế)

d) Mặt bằng kiểu giếng trời

Loại mặt bằng này được áp dụng ở nhiều nước thuộc miền khí hậu á nhiệt đới và nhiệt đới nóng khô, vì nó có giá thành hạ, mở rộng bề mặt tiếp xúc với khí trời, lợi dụng cả sức đẩy trọng lực do nhiệt gây ra và áp lực gió để thông gió tự nhiên. Ở nước ta cũng có thể áp dụng kiểu này, nhưng phải cải tiến thành giếng trời nửa hở bằng cách nối liền giếng trời với cầu thang thông thoáng. Tuy nhiên, loại này chỉ thực sự có tác dụng đối với các nhà cao tầng. Mặt khác giữa các phòng ở chung quanh giếng trời thường phát sinh hiện tượng nhiễu loạn về tia nhìn.

2. Mặt cắt

Khi thiết kế mặt cắt nhà cũng cần chú ý đến đường gió chuyển động trong nhà, làm sao cho thông thoáng và gió quét được phần lớn không gian sử dụng. Trên hình 7.23 ta thấy giải quyết mặt cắt như ở tầng 1 sẽ tốt hơn tầng 2. Xét riêng mặt bằng thì phòng 1 được thông gió tốt hơn các phòng 2 và 3.



Hình 7.23: Gió xuyên qua mặt bằng nhà (a) và mặt cắt nhà (b)

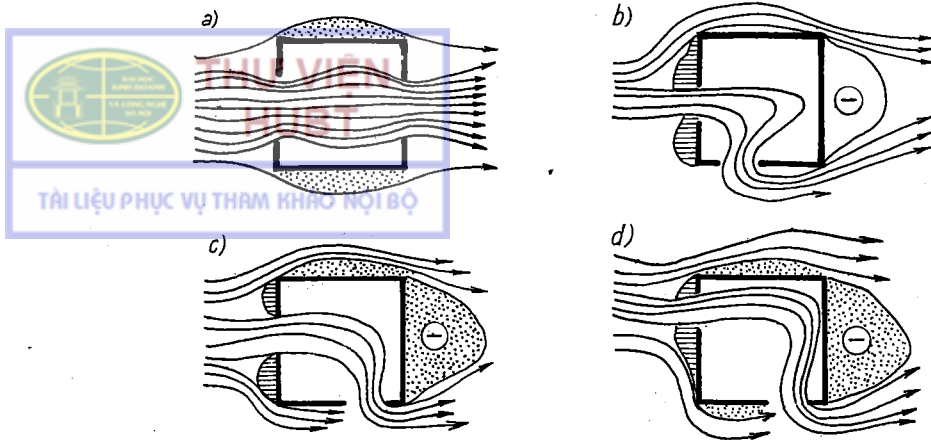
Ở các phố cũ của Hà Nội (Hàng Đào, Hàng Ngang v.v...) có nhiều nhà cấu tạo theo kiểu nhà "ống", nếu chú ý giải quyết mặt cắt cho gió lưu thông tốt thì cũng có thể giảm bớt phần nào sự oi bức trong mùa Hè.

3. Cửa

Vị trí, kích thước và hình thức mở cửa có ảnh hưởng rất lớn đến điều kiện thông gió trong phòng.

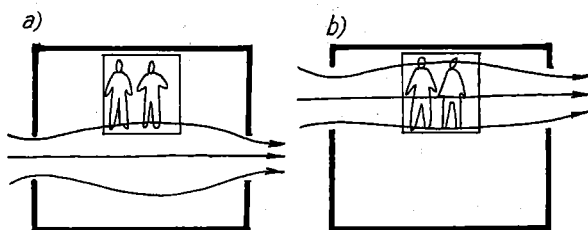
a) Vị trí cửa

Vị trí mở cửa khác nhau thì trường gió trong phòng cũng rất khác nhau. Chẳng hạn trên hình 7.24 nếu bố trí cửa như kiểu (b) gió vào phòng ít và phạm vi diện tích có gió thổi qua rất nhỏ. Bố trí như kiểu (c) tốt hơn kiểu (b) và bố trí theo kiểu (d) tốt hơn kiểu (c), vì phạm vi diện tích được gió thổi qua rộng hơn. Tuy nhiên, tốt nhất vẫn là bố trí cửa thẳng nhau như kiểu (a).



Hình 7.24: Trường gió trong phòng thay đổi theo cách mở cửa sổ

Xét hình 7.25 ta thấy phòng kiểu (b) tốt hơn kiểu (a). Để thông gió tốt cho khu vực giường nằm, cửa sổ nên đặt thấp, ngưỡng cửa cách mặt sàn 60 - 70cm và nếu có thể, cửa mở gần sát mặt sàn càng tốt (đĩ nhiên phải có biện pháp an toàn khi sử dụng).



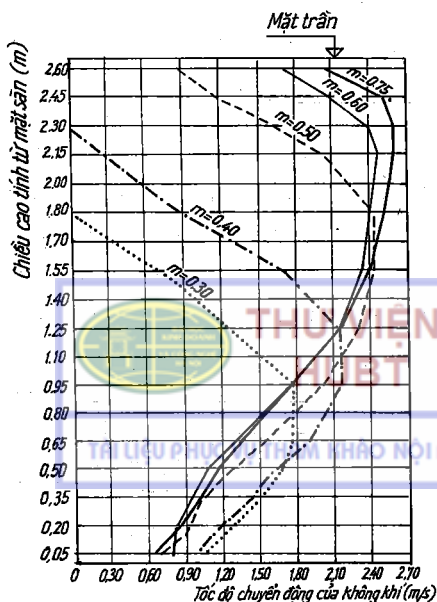
Hình 7.25: Vị trí cửa phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng của phòng

b) Kích thước cửa sổ

Diện tích cửa mở càng lớn, cửa gió vào bằng cửa gió ra thì thông gió trong phòng càng tốt. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, với cùng một diện tích, cửa sổ có dạng hình chữ nhật nằm ngang sẽ thông gió tốt hơn trường hợp cửa sổ hình chữ nhật đứng.

Bằng thí nghiệm trên mô hình trong ống khí động về ảnh hưởng của kích thước cửa sổ đến trường gió trong phòng, có thể xác định kích thước hợp lí của cửa sổ so với kích thước phòng. Dưới đây giới thiệu kết quả thí nghiệm với loại cửa sổ hình chữ nhật do tác giả tiến hành [19].

Khi thí nghiệm tìm ảnh hưởng của chiều cao đến trường gió trong phòng, chiều rộng cửa được giữ không đổi và bằng 0,45 chiều rộng phòng; cao độ của bộ cửa sổ cũng không đổi và bằng 0,7m. Ngược lại, khi thí nghiệm để tìm ảnh hưởng của chiều rộng cửa sổ đối



Hình 7.26: Biến thiên tốc độ không khí ở giữa phòng theo chiều đứng phụ thuộc vào tỉ số giữa chiều cao cửa (h)

và chiều cao phòng (H), $m = \frac{h}{H}$

với trường gió thì giữ chiều cao cửa cố định và bằng 0,45 chiều cao phòng. Gọi chiều cao cửa là h , chiều cao phòng là H và đặt $m = \frac{h}{H}$. Thí nghiệm được tiến hành với các trị số m bằng 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 và 0,7.

Hình 7.26 cho một trong những kết quả của thí nghiệm về sự phụ thuộc của biểu đồ tốc độ gió ở giữa phòng với chiều cao cửa sổ. Phân tích kết quả thí nghiệm, ta thấy chiều cao cửa sổ càng lớn thì tốc độ gió ở nửa trên phòng càng lớn, nhưng ngược lại, ở nửa dưới (khu vực người sống và làm việc) tốc độ lại giảm đi, hay thay đổi không đáng kể. Khi chiều cao cửa sổ nhỏ thì ngược lại, tốc độ gió ở khu vực người sống được tăng cường, nhưng phạm vi không gian có tốc độ gió mạnh bị thu hẹp lại, bất lợi.

Dựa vào kết quả thí nghiệm trên, ta thấy đối với nhà dân dụng tỉ lệ $m = \frac{h}{H}$ vào khoảng 0,4 là hợp lí nhất, vì nó đảm bảo luồng gió đủ lớn và tốc độ gió mạnh trong khu vực người ở, tức là có hệ số thông thoáng lớn.

Kết quả thí nghiệm cũng chứng tỏ nếu cửa càng rộng thì trạng thái thông gió trong nhà càng tốt. Để đảm bảo khoảng 70% diện tích mặt sàn có luồng gió thổi qua thì chiều rộng cửa không nên nhỏ hơn 0,5 chiều rộng phòng. Hình thức cửa đặt thấp và chạy dài gần hết chiều rộng phòng sẽ đạt được yêu cầu thông gió tốt nhất, đồng thời lại dễ che mưa, che nắng cho phòng, vì vậy nên sử dụng rộng rãi ở nước ta.

c) Cách mở cánh cửa

Cách mở cánh cửa có ảnh hưởng rất lớn đến trường gió trong phòng. Cánh cửa mở đúng có thể trở thành tấm đón gió và hướng chiều gió tốt, không những trường gió được cải thiện mà lượng gió cũng có thể tăng từ 10 - 15%. Ngược lại, nếu cánh cửa mở không đúng (như trường hợp hai cánh cửa chớp mở vuông góc với mặt tường) sẽ có ảnh hưởng xấu đến thông gió trong phòng. Nếu góc cửa mở có thể thay đổi theo chiều gió, cửa có tác dụng dẫn gió vào phòng. Các cửa chớp lá sách quay quanh trục đứng có thể đón gió vào phòng tốt, nếu quay đúng chiều gió thổi, nhưng trường gió sẽ không ổn định khi hướng gió biến động.

7.6. THÔNG GIÓ VÀ VI KHÍ HẬU TRONG KIẾN TRÚC NHÀ ỚNG

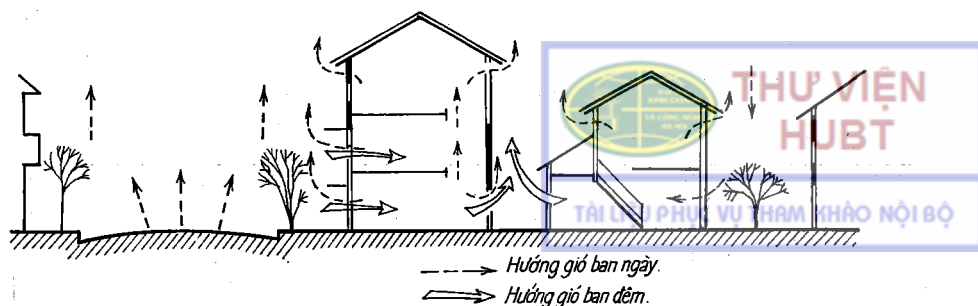
Nhà ống là loại nhà có chiều ngang hẹp, tường hai bên kề liền với nhà bên cạnh, tạo thành hình ống, mặt sau có thể kín hoặc hở. Nhà ống là loại

nhà đã có quá trình lịch sử lâu dài và rất phổ biến ở đô thị nước ta, nó có đặc thù vi khí hậu riêng. Mục 7.6 này được biên soạn theo kết quả nghiên cứu của ThS. KTS. Phạm Hải Hà [26].

7.6.1. Đặc điểm vi khí hậu nhà ống

Đặc điểm mang tính chất truyền thống của nhà ống cổ là chiều ngang hẹp, chiều sâu lớn và có sân trong. Nhưng dù nhà sâu hay nông, các ngôi nhà vẫn được tổ chức không gian một cách hợp lý, đảm bảo về mặt vi khí hậu, ánh sáng, thông thoáng gió tự nhiên bằng cách phân nhà thành nhiều lớp, lớp nọ cách lớp kia bằng khoảng sân trong. Có thể nói, chính các sân trong là nhân tố cơ bản để cải thiện vi khí hậu và làm giảm bớt sự bất lợi do chiều sâu của nhà ống. Sân trong có thể tạo thành không gian xanh, lấy ánh sáng, thông gió, thoát không khí bị ô nhiễm, bị ẩm ướt. Đối với nhà ống nhiều tầng, sân trong có tác dụng như là “giếng trời” và có thể sử dụng làm nút giao thông trong nhà.

Với khoảng trời nhỏ bé ở sân trong, nhờ có bố trí cây xanh, bể nước, hòn non bộ mà cái nóng oi ả của mùa Hè được làm dịu. Bức xạ mặt trời chiếu vào sân ít hơn, cùng với nước bốc hơi có thể giảm nhiệt độ trong nhà so với ngoài phố từ 2 – 3°C và nhờ có sự chênh lệch nhiệt độ này mà gió xuyên qua nhà sẽ trở nên mạnh hơn (hình 7.27).



Hình 7.27: Sơ đồ chuyển động của không khí trong nhà ống cổ do tác dụng nhiệt

Nhà ống cổ thường có chiều ngang rất hẹp, 3 mặt kín nên về mùa Hè mặt trời chỉ có thể bức xạ vào nhà qua mái nhà và một phần nhỏ qua mặt trước nhà. Mái ngói lợp nhiều lớp (dưới cùng là lớp lót, trên là các lớp ngói chính đặt xiên chồng kê lên nhau) được sử dụng chủ đạo ở nhà ống cổ và đây chính là một loại mái cách nhiệt tốt, có tác dụng làm giảm đáng kể ảnh hưởng xấu của bức xạ làm tăng nhiệt độ trong nhà.

Nhà ống hiện đại có lợi thế hơn so với nhà ống cổ là chiều sâu thường nhỏ hơn và chiều ngang lớn hơn, do vậy mà ít có sân trong. Nhà ống hiện đại tương tự như nhà ống cổ, có 2 loại: 3 mặt kín và 2 mặt kín.

- *Nhà ống hiện đại có 3 mặt kín*: nhà có 3 phía tường bao đều liền kề tường nhà hàng xóm; trên ba mặt này không thể mở cửa đi hoặc cửa sổ được, nên thông gió theo chiều ngang và ánh sáng tự nhiên rất kém. Do vậy, những nhà loại này cần rất nhiều tiền để chạy quạt, máy điều hoà và chiếu sáng. Về độ ẩm, vì thông gió lưu thông không khí giữa trong và ngoài nhà kém cho nên độ ẩm trong nhà ống này thường lớn hơn ngoài nhà.

Nhưng ngược lại, ưu điểm của nhà là do chỉ có một mặt tiếp xúc với bức xạ mặt trời nên chỉ cần che nắng một phía là có thể giảm được bức xạ chiếu vào nhà. Thêm vào đó, ba phía được các nhà khác che chắn nên tính ổn định nhiệt của nhà lớn hơn các nhà khác, vì vậy về mùa Hè ban ngày khi nhiệt độ không khí ngoài nhà tăng cao thì nhiệt độ trong nhà vẫn mát hơn. Về mùa đông, do tính ổn định nhiệt trong nhà lớn hơn nên trong nhà ấm hơn ngoài nhà.

- *Nhà ống hiện đại có 2 mặt kín*: nhà có hai bên tường bao giáp tường nhà hàng xóm, còn hai mặt trước và sau được tiếp xúc với thiên nhiên. Nhà kiểu này tốt hơn loại trên nhờ có thêm một mặt tiếp xúc với thiên nhiên và tổ chức thông gió ngang có thể hoàn toàn giống như các loại nhà không phải nhà ống nếu được thiết kế tốt. Ánh sáng được chiếu từ hai mặt nên có thể đảm bảo ánh sáng vào nhà một cách dễ dàng.

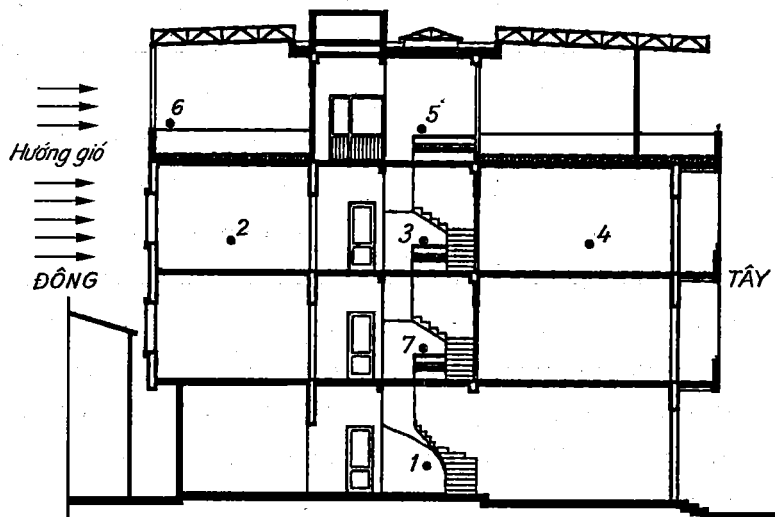
7.6.2. Khảo sát đánh giá thông gió và vi khí hậu trong nhà ống hiện đại

Trong thời gian từ ngày 6 đến 8 tháng 5 năm 2000, Ths.KTS. Phạm Hải Hà đã tiến hành khảo sát vi khí hậu trong nhà ống hiện đại với hai mục tiêu sau đây:

- Xác định hiệu quả giải pháp kiến trúc về thông gió ngang kết hợp với thông gió đứng trong nhà ống (thể hiện trên quan hệ giữa các thông số vi khí hậu trong nhà và ngoài nhà: nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió).

- Xác định hiệu quả giải pháp kiến trúc lấy ánh sáng từ cửa sổ bên và cửa sổ lấy ánh sáng trên nóc nhà ống.

Địa điểm khảo sát: nhà số 8, ngõ 20 đường Trương Định, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội. Nhà cao 3 tầng rưỡi, hướng Tây - Đông. Mặt cắt nhà và vị trí các điểm đo cho trên hình 7.28.



Hình 7.28: Mặt cắt dọc nhà và sơ đồ bố trí điểm đo

Phương án thí nghiệm: đã tiến hành đo lường các yếu tố vi khí hậu (tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm) ở các phòng trong nhà và ở ngoài nhà biến thiên theo giờ trong ngày, từ 7 giờ sáng đến 22 giờ đêm, mỗi giờ đo một lần với 3 phương án sau:

- **Phương án 1:** nhà ống có thông gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng;
- **Phương án 2:** nhà ống có thông gió một bên kết hợp thông gió đứng;
- **Phương án 3:** nhà ống chỉ có thông gió một bên.

Sau đó so sánh kết quả đo lường vi khí hậu giữa ba phương án để đánh giá hiệu quả của thông gió đứng và thông gió ngang trong nhà ống.

Kết quả khảo sát:

Kết quả đo lường khảo sát được thể hiện trên các hình 7.29, 7.30, 7.31a,b,c và 7.32a,b,c. Hình 7.29 là biểu đồ phân bố tốc độ gió trung bình ngày theo tầng nhà, hình 7.30 là biểu đồ phân bố nhiệt độ trung bình ngày theo tầng nhà. Hình 7.31 là biến thiên nhiệt độ trong ngày của các điểm đo

theo 3 phương án thông gió khác nhau, hình 7.32 là biến thiên tốc độ gió trong ngày của các điểm đo theo 3 phương án thông gió khác nhau.

Đặc điểm thời tiết trong các ngày khảo sát:

Thời tiết trong cả ba ngày thí nghiệm, khảo sát đều là những ngày không mưa, trời nắng nhẹ đến nắng mạnh; tốc độ gió ngoài nhà trong tiểu khu biến thiên như sau:

Ngày thứ nhất tốc độ gió từ 0,5-1,92m/s, trung bình ngày trong thời gian đo 0,92m/s;

Ngày thứ hai tốc độ gió từ 0,7-1,93m/s, trung bình ngày trong thời gian đo 1,08m/s;

Ngày thứ ba tốc độ gió từ 0,55 -1,36m/s, trung bình ngày trong thời gian đo 1,08m/s.

Nhiệt độ không khí ngoài nhà trung bình trong thời gian đo ngày đầu tiên: 29,6°C; ngày thứ hai: 29,8°C và ngày thứ ba: 30,4°C. Nhiệt độ cực đại trong ngày thứ nhất: 31,8°C, ngày thứ hai: 32,4°C và ngày thứ ba: 33,2°C. Độ ẩm không khí ngoài nhà trung bình trong thời gian đo biến thiên trong 3 ngày lần lượt là 73,1%; 75,6% và 77,7%.

Như vậy điều kiện khí hậu ngoài nhà trong ba ngày thí nghiệm khác nhau không lớn và có tính chất phổ biến của khí hậu mùa Hè ở Hà Nội.

Nhận xét về phân bố nhiệt độ theo chiều cao (các tầng) nhà ống

Để đánh giá sự phân bố nhiệt độ theo chiều cao (các tầng) nhà ống ta xét nhiệt độ ở các điểm giữa các tầng, đó là nhiệt độ ở điểm 1 (giữa tầng 1), điểm 7 (giữa tầng 2), điểm 3 (giữa tầng 3) và điểm 5 (giữa tầng 4).

Nhiệt độ trung bình ngày của các điểm này được thể hiện trên hình 7.30. Xét các trị số ở hình 7.30 ta thấy: càng lên cao thì nhiệt độ không khí trong nhà càng tăng lên; nhiệt độ trung bình trong thời gian quan trắc lần lượt các tầng 1, 2, 3, 4 đối với phương án 1 (thông gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng) là 29,1°C; 29,4°C; 29,6 °C; 29,8 °C và ngoài nhà 29,6 °C; đối với phương án 2 (thông gió một bên kết hợp thông gió đứng) nhiệt độ trung bình các tầng 1, 2, 3, 4 lần lượt là 28,9 °C,; 29,2 °C; 29,5 °C; 29,6 °C và ngoài nhà 29,8°C; đối với phương án 3 (chỉ có thông gió một bên) nhiệt độ các tầng 1, 2, 3, 4 lần lượt là 29,2 °C; 29,7 °C; 29,9 °C; 30°C và ngoài nhà là 30,4°C. Như

vậy nhiệt độ không khí ở tầng 1 (tầng thấp nhất) thấp hơn nhiệt độ ở tầng 4 (tầng cao nhất) đối với phương án 1 là 0,5 °C; phương án 2 là 0,7 °C và phương án 3 là 0,8 °C. Điều này có nghĩa nhà thông gió càng kém thì chênh lệch nhiệt độ giữa các tầng càng lớn và ở tầng càng cao thì nhiệt độ càng nóng hơn.

Về phân bố nhiệt độ trong các phòng:

- *Phương án 1: nhà ống có gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng.* Trên hình 7.32a thể hiện kết quả đo nhiệt độ biến thiên trong ngày ở các điểm trong phòng đón gió (điểm 2), khu cầu thang (điểm 3), phòng sau gió (điểm 4) và ở ngoài nhà (điểm 6). Xét hình 7.32a ta thấy hình dáng đường cong nhiệt độ không khí trong phòng biến thiên tương tự với nhiệt độ không khí ngoài nhà. Nhiệt độ trung bình và cực đại trong thời gian đo như sau:

Ngoài nhà : 29,6°C và 31,8°C;

Phòng đón gió : 29,7°C và 30,6°C;

Khu cầu thang : 29,6°C và 31°C;

Phòng sau gió : 29,5°C và 30,6°C

Chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa các phòng rất nhỏ, chỉ là 0,1 °C, trong đó ở phòng đón gió lớn nhất. Chênh lệch nhiệt độ trung bình ở trong và ngoài nhà khoảng $\pm 0,1$ °C. Nhiệt độ cực đại trong nhà nhỏ hơn nhiệt độ cực đại ngoài nhà từ 0,8 – 1,2 °C.

- *Phương án 2: nhà ống có cửa thông gió một bên kết hợp thông gió đứng.* Xét các đường biểu diễn biến thiên nhiệt độ ở hình 7.32b ta thấy: biến thiên nhiệt độ ở phòng đón gió và ở khu cầu thang tương tự như nhau và gần với biến thiên nhiệt độ không khí ngoài nhà. Nhiệt độ không khí trung bình và nhiệt độ cực đại trong thời gian đo như sau:

Ngoài nhà : 29,6°C và 32,4°C

Phòng đón gió : 29,5°C và 31°C

Khu cầu thang : 29,5°C và 30,8°C

Phòng sau gió : 29,2°C và 30,6°C

Biến thiên nhiệt độ trong phòng sau gió ổn định hơn và khác nhiều so với hai phòng trên, cũng như so với ngoài nhà chứng tỏ trạng thái thông gió ở

trong phòng này rất kém. Khi đi vào phòng sau gió này cảm thấy nóng bức, nhưng nóng không phải vì nhiệt độ cao mà chính là do tốc độ gió rất nhỏ (0,05m/s).

- *Phương án 3: nhà ống chỉ có cửa thông gió một bên, không có thông gió đứng.* Xét các đường biến thiên nhiệt độ trong ngày ở hình 7.32c ta thấy: sự biến thiên nhiệt độ ở trong phòng đón gió, phòng sau gió, khu cầu thang và ngoài nhà đều khác nhau. Nhiệt độ trung bình và cực đại lần lượt là:

Ngoài nhà	:	30,4°C	và	33°C
Phòng đón gió	:	30,2°C	và	32°C
Khu cầu thang	:	29,9°C	và	31°C
Phòng sau gió	:	29,7°C	và	30,2°C

Điều này chứng tỏ trạng thái thông gió trong nhà rất kém. Khi bước vào phòng sau gió con người cảm thấy rất oi bức khó chịu. Nguyên nhân không phải do nhiệt độ không khí cao hơn mà chủ yếu vì phòng không được thông gió, tốc độ gió rất nhỏ, không đáng kể (0,04m/s). Vì vậy đây là phương án thiết kế xấu nhất, nên tránh.

Nhận xét về phân bố tốc độ gió trong nhà

Xét hình 7.29 ta thấy tình trạng thông gió trong nhà ở phương án 3 là xấu nhất, tốc độ gió trong nhà rất nhỏ, phòng bị bí gió, rất khó chịu. Ngược lại tình trạng thông gió ở phương án 1 là tốt nhất.

- *Phương án 1: mở cửa hai bên mặt nhà tạo gió xuyên phòng và có thông gió đứng.* Trên hình 7.31a thể hiện biến thiên tốc độ gió ở ngoài nhà, tốc độ gió ở phòng đón gió (điểm 2), tốc độ gió ở khu vực phụ (cầu thang - điểm 3) và tốc độ gió ở phòng sau gió (điểm 4). Phân tích các đường biểu diễn phân bố gió trên hình 7.32a ta thấy ở phòng đón gió, phòng sau gió cũng như ở khu phụ đều được thông gió tốt. So sánh tốc độ gió trung bình trong nhà với tốc độ gió ngoài nhà ở phòng đón gió là $0,25/0,92 \times 100\% = 27,2\%$; ở phòng sau gió là $0,39/0,92 \times 100\% = 42,4\%$; ở khu cầu thang là $0,33/0,92 \times 100\% = 35,9\%$. Như vậy tốc độ gió ở phòng sau gió là lớn nhất, khu cầu thang là thứ hai và thứ ba ở phòng đón gió. Nguyên nhân có thể do tác dụng hút gió ở cửa thông gió trên tum cầu thang đã làm tăng khả năng thông gió ở khu cầu thang và phòng sau gió. Có thể nói, phương án tổ chức thông gió ngang kết hợp thông gió đứng đối với kiến trúc nhà ống là rất có hiệu quả.

- *Phương án 2: mở cửa thông gió một mặt nhà kết hợp với thông gió đứng.*
 Xét hình 7.31b ta thấy: ở phòng đón gió trạng thái thông gió tương tự như phương án 1, nhưng ở khu cầu thang được thông gió rất tốt, tốt hơn phương án 1; còn thông gió ở phòng sau gió rất kém, tốc độ gió ở phòng sau gió rất nhỏ. So sánh tốc độ gió trung bình trong thời gian đo trong nhà với tốc độ gió trung bình ngoài nhà ở phòng đón gió là $0,28/1,08 \times 100\% = 25,9\%$; ở khu cầu thang là $0,47/1,08 \times 100\% = 43,5\%$ và ở phòng sau gió là $0,05/1,08 \times 100\% = 4,6\%$. Như vậy phương án thông gió này chỉ đảm bảo yêu cầu thông gió cho phòng đón gió và khu vực cầu thang, còn thông gió ở phòng sau gió rất kém, không đạt yêu cầu tối thiểu.

- *Phương án 3: chỉ có cửa sổ đón gió ở một bên mặt nhà, không có cửa thoát gió ở mái.* Trên hình 7.31c thể hiện biến thiên tốc độ gió trong nhà và ngoài nhà đối với phương án này. Xét hình 7.31c với hình 7.31a, 7.31b ở trên ta thấy: trạng thái thông gió trong nhà ứng với phương án 3 nói chung là rất kém, trong phòng đón gió và khu cầu thang tuy có được thông gió nhưng tốc độ gió, cũng như tỷ lệ tốc độ gió trong nhà so với ngoài nhà đều nhỏ hơn hai phương án trên. Tình trạng thông gió trong phòng sau gió càng xấu hơn, tốc độ gió trung bình chỉ đạt 0,04m/s, trong khi đó tốc độ gió ngoài nhà lại lớn hơn phương án 1 và 2. Tỷ lệ tốc độ gió trung bình so với tốc độ gió ngoài nhà ở phòng đón gió là $0,12/1,0 \times 100\% = 12\%$; đối với khu cầu thang là $0,11/1,0 \times 100\% = 11\%$ và đối với phòng sau gió là $0,04/1,0 \times 100\% = 4\%$. Có thể nói, đây là phương án tổ chức thông gió xấu nhất, không nên áp dụng trong thực tế.

Bàn luận

- Dựa vào các chỉ tiêu tiện nghi vi khí hậu (theo phương pháp chỉ tiêu nhiệt độ hiệu quả tương đương) ta thấy để đạt được tiện nghi nhiệt ở Hà Nội đối với người Việt Nam thì các thông số vi khí hậu trong nhà phải đạt được những yêu cầu sau: vận tốc gió từ 0,2 – 0,5m/s, giới hạn trên của nhiệt độ là 29,5°C và độ ẩm từ 60 – 80%. Nếu xét theo yêu cầu trên thì chỉ ở phương án 1 (thông gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng) tất cả các phòng đều đạt được tiện nghi vi khí hậu; còn hai phương án còn lại không đảm bảo điều kiện tiện nghi vi khí hậu cho tất cả các phòng do vận tốc gió ở một số phòng không đạt yêu cầu, đặc biệt theo phương án 3 hầu hết điểm đo đều có vận tốc gió quá nhỏ (từ 0,02 – 0,2m/s), dẫn đến độ ẩm trong nhà cao (độ ẩm

trung bình > 80%). Từ đó chứng tỏ giải pháp thông gió tối ưu, có hiệu quả nhất đối với nhà ống là kết hợp thông gió xuyên phòng và thông gió theo chiều đứng.

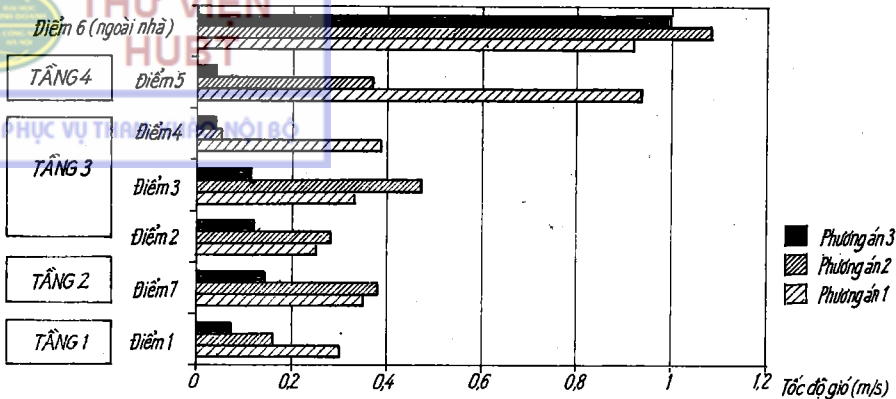
- Giếng trời và cửa tum chính là phần quan trọng trong việc tổ chức thông gió theo chiều đứng. Cần bố trí giếng trời sao cho việc thoát gió từ các tầng dưới lên trên được dễ dàng và thuận tiện nhất, đôi khi còn dùng để đón gió từ trên mái xuống. Nên kết hợp giếng trời với ô cầu thang, vừa thoả mãn nhu cầu sử dụng, đồng thời cũng đảm bảo yêu cầu thông gió và tiết kiệm diện tích.

- Hành lang giao thông liên hệ giữa giếng trời với các phòng cũng như giữa các căn phòng với nhau phải tạo thuận lợi cho thông gió ngang kết hợp với thông gió đứng.

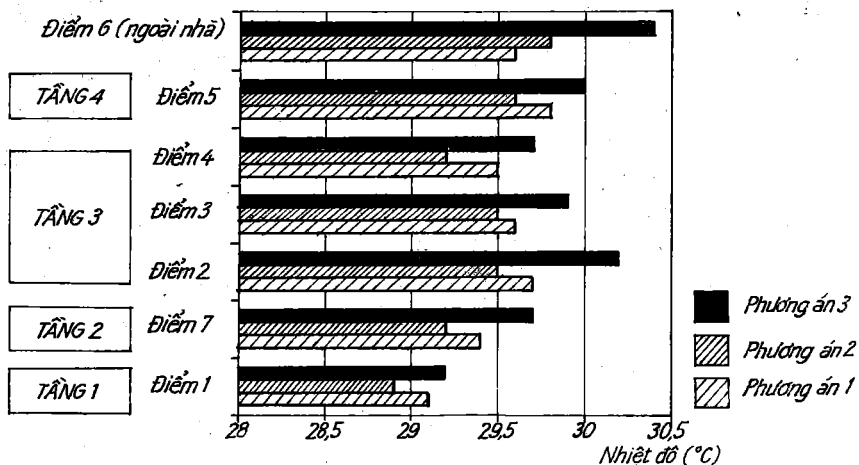
- Đảm bảo mối tương quan hợp lý giữa diện tích cửa tum, diện tích ô cầu thang và giếng trời với chiều cao, chiều sâu của nhà để tăng hiệu quả thông thoáng.

- Vị trí cửa sổ và cửa đi của nhà phải hợp lý cho sử dụng nhưng đồng thời phát huy được tác dụng đón gió và thoát gió.

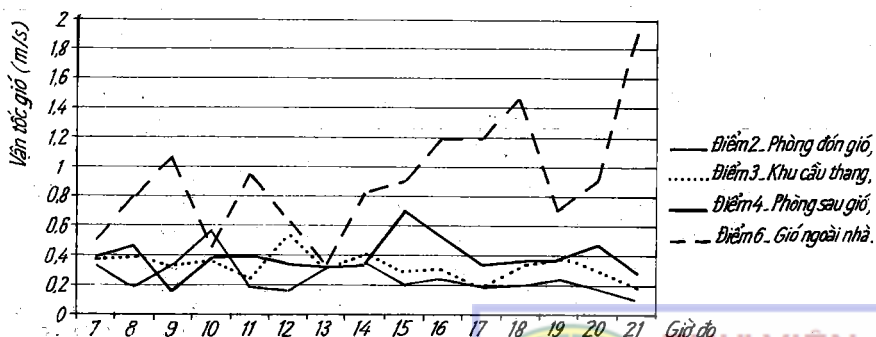
- Trường hợp nhà chỉ có một mặt tiếp xúc với thiên nhiên thì ở phòng phía trong không có mặt tiếp xúc với ngoài trời nhất thiết phải có cửa sổ mở ra giếng trời, đảm bảo cho phòng có cửa đón gió và cửa thoát gió, không nên để căn phòng ở tình trạng thông gió tồi tệ như phương án 1 và 3 (điểm 4). Nếu tổ chức thêm một giếng trời thứ hai ở cuối nhà, cạnh phòng phía trong thì thông gió tự nhiên sẽ đạt hiệu quả hơn.



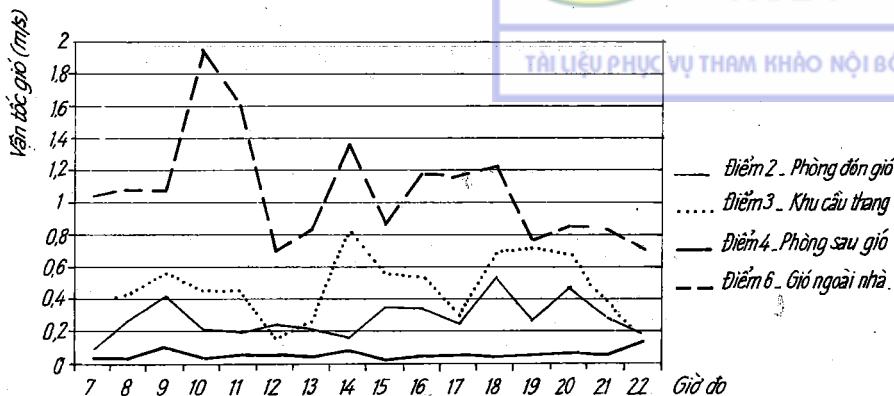
Hình 7.29: Biểu đồ phân bố tốc độ gió trung bình ngày theo tầng nhà (1,2,3,4)



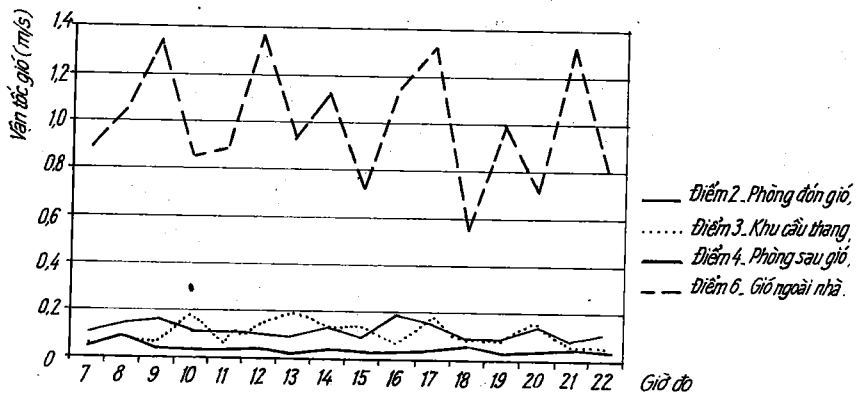
Hình 7.30: Biểu đồ phân bố nhiệt độ trung bình ngày theo tầng nhà (1,2,3,4)



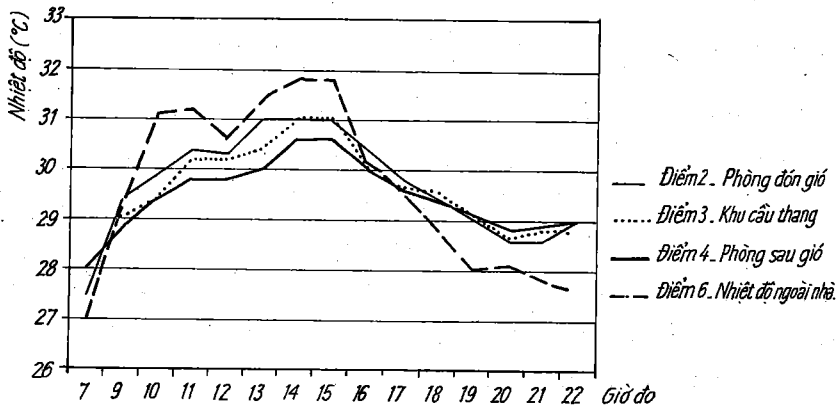
Hình 7.31a : Biểu đồ biến thiên vận tốc gió trong ngày theo phương án 1



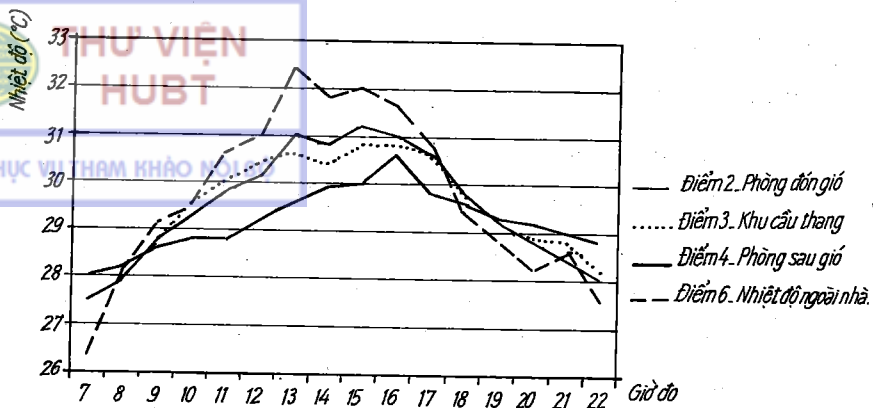
Hình 7.31b : Biểu đồ biến thiên vận tốc gió trong ngày theo phương án 2



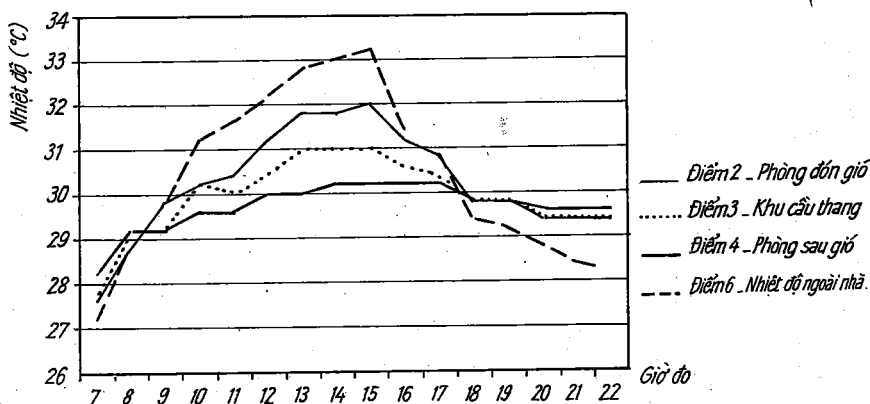
Hình 7.31c: Biểu đồ biến thiên vận tốc gió trong ngày theo phương án 3



Hình 7.32a: Biểu đồ biến thiên nhiệt độ trong ngày theo phương án 1



Hình 7.32b: Biểu đồ biến thiên nhiệt độ trong ngày theo phương án 2



Hình 7.32c: Biểu đồ biến thiên nhiệt độ trong ngày theo phương án 3

7.7. TỔ CHỨC THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN TRONG NHÀ CÔNG NGHIỆP

Thông gió tự nhiên trong nhà công nghiệp có ý nghĩa rất quan trọng. Không những nó đảm bảo điều kiện vệ sinh lao động cho công nhân, mà còn có ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất lao động và chất lượng sản phẩm. Khi tổ chức thông gió tự nhiên trong nhà công nghiệp, cần thấy rõ đặc điểm nổi bật khác nhà dân dụng là: nhà công nghiệp thường có lượng nhiệt thừa, bụi khói, hơi độc hại và hơi nước sinh ra trong quá trình sản xuất, nhất là ở các phân xưởng nóng. Ví dụ, trong phân xưởng đúc thép lượng nhiệt tỏa ra trong xưởng ứng với mỗi tấn sản phẩm thép đúc là 700.000kcal.

Nghiên cứu thông gió tự nhiên cho nhà công nghiệp cần phải phân thành hai loại phân xưởng: phân xưởng "nóng" và phân xưởng "nguội".

1. Phân xưởng nguội

Các phân xưởng cơ khí lắp ráp, xén giấy, sửa chữa cơ khí, phân xưởng mộc, phân xưởng in v.v... là những phân xưởng có quá trình sản xuất nguội.

Lượng nhiệt thừa ở đây thường nhỏ, không gây ra áp lực nhiệt đáng kể, nên nguồn động lực thông gió chủ yếu là áp lực khí động do gió tự nhiên gây ra. Vì vậy, tổ chức thông gió tự nhiên cần lợi dụng gió xuyên ngang, nhằm tăng cường tốc độ gió trong xưởng. Muốn có gió xuyên qua tốt, phải chọn hướng nhà và khoảng cách công trình hợp lý như phân trên đã trình bày. Hết sức tránh làm các tường ngăn kín đặt ở giữa phân xưởng. Cao độ của

mép trên của lỗ cửa thoát khí không nên thấp dưới 3m. Diện tích cửa gió vào nên bằng diện tích cửa gió ra. Chỗ nào có nhiều công nhân thường xuyên làm việc thì đặt ở phía đầu gió. Khu vực kho vật liệu, thành phẩm, diện tích phụ, khu vệ sinh, sinh hoạt, các bộ phận tỏa nhiệt và sinh bụi khói thì để ở cuối gió.

Nói chung, đối với phân xưởng nguội không lớn thì không cần làm cửa trên mái, trừ trường hợp đặc biệt như để thoát hơi độc ra ngoài hoặc cần lấy ánh sáng. Kết quả nghiên cứu chứng tỏ rằng, nhà công nghiệp một tầng có khẩu độ lớn hoặc hai, ba khẩu độ, với kích thước chiều rộng nhà dưới 100m, vẫn có thể tổ chức thông gió xuyên qua tốt được.

Trong thực tế một số nhà máy do bố trí mặt bằng không đúng nên đã ảnh hưởng rất lớn đến tình hình thông gió trong xưởng. Ở nhà máy cơ khí Hà Nội do đặt nhà hành chính sinh hoạt ở phía Nam, liền với phân xưởng sản xuất nên đã cản trở gió vào xưởng. Ở một vài nơi khác do bố trí cửa không đúng vị trí nên điều kiện thông gió tự nhiên rất xấu như phòng điều khiển ở nhà máy nhiệt điện Thanh Hóa, ba mặt tường Đông, Tây, Nam che kín, chỉ mở cửa sổ phía Bắc nên mùa Hè không có gió mát thổi vào, còn mùa Đông thì hứng gió rét.

2. Phân xưởng nóng

Các phân xưởng đúc gang, đúc thép, xưởng sấy hấp, xưởng nung gạch ngói, phân xưởng lò nung clanhke v.v... là những phân xưởng có quá trình sản xuất nóng. Quá trình sản xuất của các phân xưởng này phát sinh lượng nhiệt thừa lớn và tạo thành áp lực nhiệt, tồn tại đồng thời với áp lực gió bên ngoài thổi vào.

Như vậy, muốn giải quyết thông gió tự nhiên cho các phân xưởng nóng cần phân tích, xác định vị trí và ảnh hưởng tác dụng của mỗi loại áp lực (áp lực gió và áp lực nhiệt) để đồng thời phát huy hết tác dụng của chúng, tránh tình trạng gây gió thổi quán trong xưởng, bụi khói và nhiệt không khuếch tán ra ngoài được; đồng thời hết sức tránh hiện tượng gió và nhiệt tác dụng ngược chiều nhau, như trường hợp có gió thổi vào cửa mái, đẩy bụi khói và hơi nóng xuống khu vực làm việc của công nhân. Một điều quan trọng trong thiết kế thông gió cho phân xưởng nóng là phải đảm bảo chiều chuyển động của không khí trong xưởng ổn định, tức là chức năng mỗi cửa phải ổn định, hoặc chỉ dùng làm cửa gió vào, hoặc chỉ dùng làm cửa thoát khí. Trong thực tế thường dùng cửa bên làm lỗ gió vào và cửa sổ mái làm cửa gió ra. Muốn

đạt yêu cầu trên, người ta thường dùng một trong hai biện pháp sau đây, để luôn luôn tạo ra áp lực gió âm ở vùng cửa mái.

a) Lợi dụng gió thổi uốn cong qua mái để tạo thành áp lực gió âm ở cửa mái

- Đối với nhà một nhịp (hình 7.33), muốn tạo thành áp lực âm ở khu vực cửa mái thì độ dốc mái phải $\leq 1 : 5$, đồng thời các tỉ lệ giữa chiều cao cửa mái đón gió với chiều cao mặt nhà $\frac{h_c}{H}$, tỉ lệ giữa khoảng cách từ mặt nhà đến cửa mái với chiều cao mặt nhà $\frac{x}{H}$ phải tuân theo các trị số cho trong bảng 7.1.

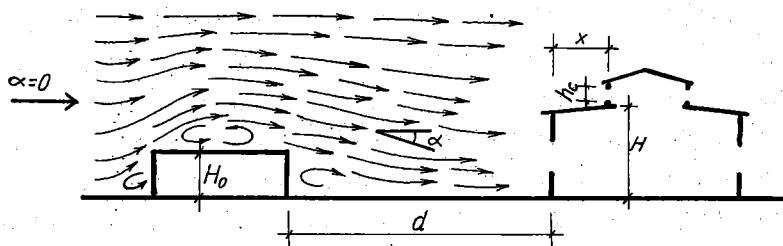
Bảng 7.1. Điều kiện đảm bảo ở cửa mái có áp lực âm

h_c/H	Khi $\alpha = 0^\circ$	Khi $\alpha = 5^\circ$	Khi $\alpha = 10^\circ$
0,05	$0,2 < x/H < 2,6$	$0,2 < x/H < 1,$	$0,2 < x/H < 0,95$
0,1	$0,2 < x/H < 2,2$	$0,2 < x/H < 1,7$	$0,2 < x/H < 0,9$
0,1		$0,2 < x/H < 1,5$	$0,2 < x/H < 0,7$
0,3	$0,2 < x/H < 2,0$	$0,2 < x/H < 1,35$	
0,4	$0,2 < x/H < 1,8$		

Chú thích: α là góc nghiêng của hướng gió so với mặt phẳng nằm ngang (hình 7.33). Nếu trước nhà không có công trình che chắn hoặc khoảng cách giữa hai nhà (d) lớn hơn $16H_0$ (H_0 là chiều cao nhà trước) thì $\alpha = 0$:

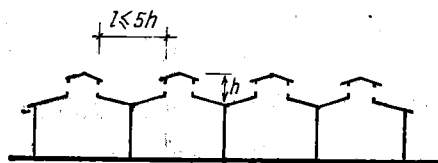
Nếu $d = 10 \div 16H_0$ thì $\alpha = 5^\circ$,

Nếu $d < 10H_0$ thì $\alpha = 10^\circ$

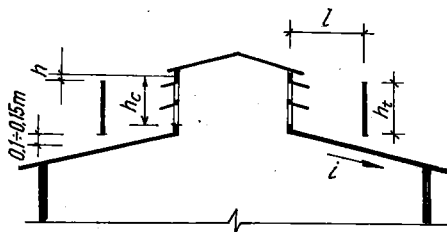


Hình 7.33: Lợi dụng luồng gió uốn cong để tạo thành áp lực âm ở cửa mái nhà công nghiệp

- Đối với nhà nhiều nhịp (hình 7.34) có độ cao bằng nhau, nếu ta thiết kế khoảng cách giữa hai cửa liên tiếp của hai nhịp (l) nhỏ hơn 5 lần chiều cao phần cửa mái (h) thì khoảng cách giữa các cửa đều có áp lực âm.



Hình 7.34: Tạo áp lực âm ở cửa mái của phân xưởng nhiều nhịp



Hình 7.35: Thiết kế tấm chắn gió ở cửa mái

b) Thiết kế tấm chắn gió ở trước cửa mái

Các tấm chắn gió này có tác dụng luôn luôn tạo ra áp lực âm ở cửa mái, dù gió ngoài nhà đổi chiều. Tấm chắn gió dùng cho trường hợp mái có độ dốc lớn ($i > 1/5$) và mặt cắt nhà không thỏa mãn điều kiện trên. Tấm chắn gió có thể làm cố định hoặc làm di động để điều chỉnh hướng gió thoát ra nhiều hay ít tùy theo thời gian.

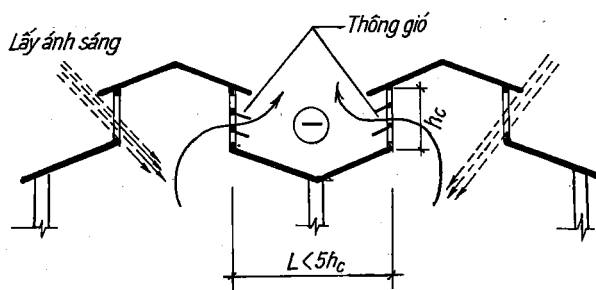
Theo kiến nghị của kỹ sư N. V. Xinebyukhov, kích thước và vị trí đặt của tấm chắn gió nên (hình 7.35) lấy :

$$l = (1,05 - 1,1) h_c; h_c - \text{chiều cao cửa mái};$$

$$h = 0,05h_c; h_t = 0,95h_c + il + 0,1m.$$

Đồng thời, góc hợp bởi đường nối giữa đầu mút trên tấm chắn và điểm mép trên của mái với mặt ngang phải $\leq 10^\circ$ để đảm bảo chắc chắn có áp lực âm ở cửa mái. Để khe hở thoát nước ở chân tấm chắn không ảnh hưởng đến tính chất chắn gió, chiều cao của khe hở b phải $\leq 0,05h_c$.

Trong một số trường hợp cho phép, có thể thiết kế hình thức mặt cắt xưởng để tránh làm tấm chắn gió mà vẫn có áp lực âm ở cửa mái. Với phân xưởng hai nhịp (hình 7.36) ta làm cửa mái phía ngoài là kính cố định để lấy ánh sáng, phía trong là cửa mở thông gió nên luôn luôn có áp lực âm, đảm bảo không khí nóng và bụi khói luôn luôn thoát ra ngoài cửa trời.



Hình 7.36: Một phương án thiết kế mặt cắt xương đảm bảo gió ra qua cửa trời và thỏa mãn yêu cầu chiếu sáng trong xương

Một điều cần chú ý nữa là trong phân xưởng nóng thường có ống khói, nếu không chú ý đến hiện tượng gió cuốn và vùng im gió trên mái thì rất nguy hại, hơi độc và bụi khói sẽ không bay đi xa mà lại luẩn quẩn xung quanh xưởng. Trong thực tế xây dựng ở nước ta đã bị tình trạng đó, như ở nhà máy nhiệt điện Ninh Bình, do ống khói nằm trong bóng khí động của núi Cánh Diều, làm cho nồng độ bụi khói và khí CO₂ ở vùng công nhân làm việc tăng vượt quá trị số cho phép. Do đó, để giảm ô nhiễm môi trường đã phải xây dựng ống khói mới cao 130m (ống khói cũ cao 80), cao hơn chiều cao bóng khí động của núi Cánh Diều.

Muốn tìm hiểu sâu hơn về các phương pháp tính toán và thiết kế thông gió tự nhiên thì có thể tham khảo tài liệu do GS. Trần Ngọc Chấn biên soạn [27].

7.8. THÔNG GIÓ CHO NHÀ XÂY DỰNG Ở VÙNG CÓ GIÓ PHƠN NÓNG (GIÓ "LÀO")

Từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế là vùng chịu ảnh hưởng mạnh của phơn nóng Trường Sơn, trong đó Nghệ An, Hà Tĩnh là khu vực có gió phơn nóng mạnh nhất.

Phơn nóng Trường Sơn thường thổi từ hướng Tây Nam và hướng Tây tới. Khi có gió phơn thổi, nhiệt độ không khí có khi lên cao tới 40 - 50°C, độ ẩm không khí sẽ hạ thấp, có khi tới 15 - 30%, điều kiện khí hậu nghiêng về dạng nóng khô.

Điều kiện khí hậu đó thường đặt trước các nhà thiết kế kiến trúc một loạt câu hỏi, như nên thiết kế nhà theo kiểu thoáng hở vùng nóng ẩm hay đặc kín như vùng nóng khô, hướng nhà nên chọn như thế nào, khi mà hướng gió phơn nóng lại trùng với hướng gió mát chính trong mùa Hè, giải quyết quan

hệ giữa chọn hướng có lợi về mặt che nắng và hướng có lợi về mặt thông gió tự nhiên thế nào cho đúng ? v.v...

Để trả lời các câu hỏi trên, trước hết, về mặt lí luận cần giải quyết vấn đề: khi nhiệt độ không khí cao hơn nhiệt độ mặt da cơ thể con người ($t_k > t_d$) thông gió có lợi hay có hại. Trong mùa nóng $t_d = 34 - 36^\circ\text{C}$, trong tính toán thường lấy $t_d = 35^\circ\text{C}$. Theo công thức (2.4) ở chương 2, khi nhiệt độ không khí $t_k > 35^\circ$, gió thổi càng mạnh, lượng nhiệt từ môi trường truyền đối lưu vào con người càng nhiều, tức là càng có hại. Nhưng ngược lại, theo công thức (2.8) gió thổi càng mạnh lượng nhiệt con người tỏa ra môi trường bằng bốc hơi mồ hôi càng lớn (nếu $e < 42\text{mmHg}$), tức là càng có lợi. Như vậy, khi nhiệt độ không khí cao hơn 35° , tùy theo tổ hợp nhiệt độ và độ ẩm cụ thể mà xác định được điều kiện giới hạn đảm bảo thông gió tạo được cảm giác mát cho con người. Điều kiện giới hạn đó được xác định bằng cách bảo đảm lượng nhiệt con người tỏa ra môi trường bằng phương thức bốc hơi mồ hôi (q_{mh}) phải lớn hơn lượng nhiệt đối lưu từ môi trường truyền vào cơ thể con người (q_{dl}), tức là:

$$q_{mh} > q_{dl}$$

Từ công thức (2.15) có $q_{mh} = H_s B \cdot q_{mh, \max}$. Thông thường có thể lấy chỉ số cường độ nhiệt $H_s = 0,3$ - tương ứng với trạng thái cảm giác nhiệt hơi nóng, ta có bất đẳng thức bảo đảm thông gió có lợi như sau:

$$0,3 \cdot 29,1 \cdot v^{0,8} (42 - e) > 8,87 v^{0,5} (t_k - 35)$$

Từ đó, ta có công thức xác định gần đúng tốc độ không khí giới hạn, đảm bảo thông gió có lợi khi $t_k > 35^\circ\text{C}$ là:

$$v > \left(\frac{t_k - 35}{42 - e} \right)^3 \quad (7.7)$$

e - áp lực riêng của hơi nước chứa trong không khí (mmHg).

Ví dụ, với $t_k = 38^\circ\text{C}$, độ ẩm $\varphi = 80\%$, ta có $e = 39,75\text{mmHg}$, thay các trị số vào công thức (7.7), có $v > \left(\frac{38 - 35}{42 - 39,75} \right)^3 = 2,45 \text{ m/s}$. Tương tự, nếu $\varphi = 75\%$ cần có $v > 0,24 \text{ m/s}$; $\varphi = 70\%$, cần có $v > 0,08 \text{ m/s}$ và nếu $\varphi = 50\%$, $v > 0,005 \text{ m/s}$.

Kết quả tính đơn giản này đã minh họa rằng khi nhiệt độ không khí $t_k > 35^\circ$, độ ẩm tương đối càng nhỏ, càng có khả năng dùng thông gió tự

nhiên làm mát vì khí hậu, vì trị số giới hạn của tốc độ gió có lợi càng nhỏ. Kết quả tính lý thuyết trên khá phù hợp với số liệu thực nghiệm tại Vinh (bảng 7.2), do Viện Thiết kế nhà ở và công trình công cộng thuộc Bộ Xây dựng cùng với một số cơ quan khác tiến hành vào các năm 1976 - 1977 (KS. Ngô Huy Ánh chủ trì).

Bảng 7.2. Kết quả khảo sát thực tế về nhu cầu thông gió của người ở tại Vinh

Nhiệt độ không khí t_k (°C)	Độ ẩm không khí ϕ (%)	Phần trăm đối tượng được khảo sát phát biểu cần gió (%)
36,1 - 37	44,9	87
36,1 - 37	61,8	96
37,1 - 38	43,0	95
37,1 - 38	66,8	100
40 - 40,8	47 - 50	100

Khảo nghiệm thực tế thấy rằng khi nhiệt độ không khí cao hơn nhiệt độ mặt da, độ ẩm lớn hơn 50%, mồ hôi xuất tiết rõ rệt, con người cần được gió thổi làm tăng khả năng bốc hơi mồ hôi tạo cảm giác mát. Ngay cả trường hợp độ ẩm nhỏ hơn 50% (35 - 40%) người ta vẫn thấy nóng chảy mồ hôi, rất khó chịu, nếu lặng gió.

Như vậy rõ ràng là đối với các vùng chịu ảnh hưởng phon nóng Trường Sơn ở nước ta, dù cho độ ẩm xuống thấp dưới 50%, công trình kiến trúc vẫn cần đón gió tạo mát cho con người sống trong nhà. Khi độ ẩm tăng cao cùng với nhiệt độ cao, để đảm bảo thông gió làm mát thì yêu cầu tốc độ gió càng lớn, ví dụ như tính toán ở trên đã cho, khi $t_k = 38^\circ\text{C}$, $\phi = 80\%$ thì $v > 2,45\text{m/s}$, không phải dễ dàng đạt được tốc độ này chỉ bằng các giải pháp kiến trúc, mà phải dùng quạt để tăng cường gió; nếu tốc độ gió nhỏ hơn 2,45 m/s thì trong trường hợp này thông gió sẽ bất lợi (dĩ nhiên tốc độ gió thổi vào người cũng không nên vượt quá trị số giới hạn, gây áp lực khí động khó chịu cho con người).

Để đảm bảo nhà được thông gió tốt trong mùa nóng, trước tiên phải chọn hướng nhà phù hợp, vấn đề này lại liên quan đến số liệu thống kê về phân bố

tần suất gió trong mùa nóng và mùa lạnh ở địa phương. Riêng ở vùng Vinh trong mùa Hè gió thổi nhiều nhất là hướng Tây Nam (bảng 7.3).

Bảng 7.3. Phân bố tần suất và tốc độ gió trung bình trong các tháng 6, 7, 8 ở thành phố Vinh

Hướng	Đ	ĐB	B	TB	T	TN	N	ĐN
Tần suất xuất hiện (%)	12,3	6,8	2,9	5,3	11,4	43,4	10,1	7,8
Tốc độ gió trung bình (m/s)	3,3	3,3	3,2	2,7	3,2	3,5	2,0	2,8

Phân tích hiệu quả tận dụng gió mùa Hè và hạn chế gió lạnh mùa Đông, Viện Thiết kế nhà ở và công trình công cộng thuộc Bộ Xây dựng đã kiến nghị chọn hướng nhà ở cho vùng Vinh như sau:

1. Đối với nhà đón gió một phía mặt chính, hướng nhà được chọn xếp thứ tự ưu tiên như sau: Tây Nam, Nam và Tây. Nếu xét thêm nhân tố mặt trời nữa thì nhà xây hướng Nam được coi là tối ưu. Không nên chọn hướng nhà Đông Nam, vì ở hướng này mất gió cơ bản trong mùa Hè (gió Tây Nam).

2. Đối với nhà tận dụng gió mùa Hè trên cả hai mặt nhà (mặt trước và mặt sau) hướng nhà được chọn xếp thứ tự ưu tiên như sau: Đông - Tây, Tây Nam - Đông Bắc. Hướng Đông Nam - Tây Bắc là hướng bất lợi, vì về mùa Hè gió thổi vào ít mà về mùa đông, ngược lại, lại trùng với hướng gió lạnh thổi từ hướng Bắc và Tây Bắc tới. Trong các hướng được chọn ở trên có một số hướng bất lợi về phương diện che nắng, vì vậy cần tiếp tục nghiên cứu xác định một cách định lượng giữa cái lợi về thông gió và cái hại về bức xạ mặt trời chiếu vào nhà. Nhưng nói một cách định tính, trong điều kiện giải quyết vi khí hậu bằng biện pháp tự nhiên (không có điều tiết không khí nhân tạo), hướng nhà phải dựa chủ yếu vào yêu cầu thông gió mà chọn, vì có thể khắc phục nắng chiếu gây nóng bằng các kết cấu che nắng cho cửa và cách nhiệt ở tường.

"Nôm" là tiếng dân gian để chỉ hiện tượng thời tiết ẩm ướt đặc thù của khí hậu Việt Nam. Trong xây dựng kiến trúc "nôm" là hiện tượng đọng sương (dân gian thường gọi là "đổ mồ hôi") trên mặt trong của kết cấu bao che nhà, đặc biệt là ở mặt nền nhà, cũng như ở bề mặt đồ đạc trong nhà. Hiện tượng nôm hầu như chỉ xảy ra ở miền Bắc và Bắc miền Trung Việt Nam, là khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa biến tính với thuộc tính cơ bản là nóng ẩm nhưng có mùa Đông lạnh giá buốt, mùa Hè mưa nhiều; thường xuyên có độ ẩm không khí cao trong cả mùa Đông và mùa Hè; biên độ dao động nhiệt độ mùa Đông cao, thời tiết thay đổi đột ngột, dị thường.

Khí hậu miền Nam ổn định hơn nên khó có hiện tượng "nôm".

Ở các nước hoàn toàn ôn đới hoặc thuần túy nhiệt đới hầu như không gặp hiện tượng này trong nhà cửa vì khí hậu ổn định và thay đổi chậm chạp theo mùa.

Ở miền Bắc hiện tượng nôm xảy ra chủ yếu vào thời gian từ tháng II đến tháng IV trong năm, khi bắt đầu có gió nôm nóng ẩm thổi về làm cho thời tiết đang lạnh sâu trở nên nóng ẩm đột ngột, độ ẩm không khí càng cao thì hiện tượng nôm xảy ra càng mạnh.

Mỗi đợt nôm thường xảy ra từ 1 đến 3 ngày, có khi tới 4 đến 6 ngày, ngoài ra có nhiều đợt ngắn hiện tượng nôm chỉ xảy ra trong 1, 2 giờ.

Tuy hiện tượng nôm chỉ xảy ra trong khoảng thời gian ngắn, song hiện tượng thời tiết này gây tâm lý rất khó chịu cho người sử dụng nhà và công trình, gây ẩm ướt mất vệ sinh, dễ gây dịch bệnh, nôm còn làm nấm mốc phát triển phá huỷ các vật liệu xây dựng và gây mất an toàn hệ thống điện trong nhà.

Đã có nhiều nghiên cứu về chống nôm trong kiến trúc nước ta. Thời gian gần đây TS. Trịnh Xuân Minh và KS. Hoàng Hạnh Mỹ đã nghiên cứu tương đối thành công về "Phương pháp tính toán và thiết kế nền nhà chống nôm". Chương này, chủ yếu giới thiệu kết quả nghiên cứu của TS. Trịnh Xuân Minh và KS. Hoàng Hạnh Mỹ dựa theo tài liệu [25].

8.1. HIỆN TƯỢNG NỒM

Bản chất hiện tượng nồm

Bản chất hiện tượng nồm là quá trình ngưng tụ hơi nước trong không khí, là quá trình biến đổi pha từ trạng thái hơi thành trạng thái nước. Quá trình đó chỉ có thể xảy ra trên bề mặt nền nhà và các kết cấu bao che, khi nhiệt độ các bề mặt đó thấp hơn nhiệt độ điểm sương của không khí ẩm tiếp xúc với chúng.

Khác với hiện tượng ngưng tụ khác, hiện tượng nồm hoàn toàn xảy ra trong điều kiện thời tiết đặc thù của khí hậu miền Bắc: đó là sự thay đổi đột ngột từ thời tiết lạnh chuyển sang thời tiết nóng ẩm vào cuối Đông đầu Xuân, khi có gió nồm phương Nam nóng ẩm mang theo lượng hơi nước lớn thổi về. Hiện tượng thay đổi thời tiết xảy ra càng đột ngột, độ ẩm không khí càng lớn thì nồm càng mạnh, kích thước giọt nước ngưng tụ càng to. Những khi nồm mạnh mật độ hạt nước càng dày đặc, kích thước hạt nước càng to và chúng nhanh chóng liên kết với nhau tạo thành màng nước phủ trên bề mặt kết cấu.

Điều kiện hình thành nồm

Theo kết quả nghiên cứu lý thuyết về quá trình ngưng tụ hơi nước, thấy hiện tượng đọng sương, hay hiện tượng nồm chỉ xảy ra khi thỏa mãn đồng thời các điều kiện sau:

1) Có một thời gian lạnh đủ dài trước khi có hiện tượng nồm xảy ra : như ở chương 4 đã trình bày, mọi vật thể đều có tính ổn định nhiệt (sức ì về nhiệt), vật càng đặc, nặng thì sức ì về nhiệt càng lớn, nhiệt độ của nó sẽ biến đổi chậm hơn sự biến đổi của nhiệt độ không khí xung quanh. Vì vậy khi có gió nồm đột ngột thổi về, nhiệt độ bề mặt kết cấu có thể còn thấp hơn nhiệt độ "điểm sương" của không khí $\tau_{bm} < t_s$, đây là điều kiện tiên quyết xảy ra hiện tượng nồm trong kiến trúc;

2) Có sự thay đổi thời tiết đột ngột từ lạnh chuyển sang nóng ẩm và độ ẩm của môi trường không khí cao ($\phi \geq 85\%$);

3) Có sự trao đổi không khí giữa trong và ngoài nhà là nguồn cung cấp hơi ẩm cho quá trình ngưng tụ hơi nước trên nền nhà;

4) Quá trình ngưng tụ hơi nước từ không khí trên mặt kết cấu nhanh hơn quá trình bốc hơi nước từ mặt kết cấu và thẩm thấu nước vào trong kết cấu.

Kinh nghiệm thực tế cho thấy nếu thoả mãn đồng thời các điều kiện trên, chỉ cần nhiệt độ không khí ngoài nhà lớn hơn nhiệt độ không khí trong nhà khoảng $0,7 \div 1,5^{\circ}\text{C}$ là có thể xảy ra hiện tượng nồm. Nhưng nếu nhiệt độ không khí của môi trường bên ngoài nhà chỉ tăng từ từ mà không tăng đột ngột thì dù chênh lệch nhiệt độ có cao hơn vẫn không xảy ra hiện tượng nồm.

Khi độ ẩm không khí của môi trường rất cao, nhiệt độ không khí bên ngoài nhà tăng đột ngột, lại thêm mưa phùn thì nồm xảy ra càng mạnh.

8.2. NGUYÊN TẮC CHỐNG NỒM CHO NỀN NHÀ

Các nguyên tắc cơ bản để chống nồm là:

- Giảm độ ẩm trong không khí.
- Hạ nhiệt độ không khí, tức là hạ nhiệt độ điểm sương xuống thấp hơn nhiệt độ bề mặt nền nhà.
- Nâng nhiệt độ bề mặt nền nhà cao hơn nhiệt độ điểm sương của không khí.

Có thể sử dụng độc lập hoặc kết hợp cả ba nguyên tắc trên để thiết kế các giải pháp chống nồm cho nền nhà.

Dùng các biện pháp kỹ thuật nhiệt

Có nhiều biện pháp kỹ thuật vi khí hậu có thể chống nồm cho nền nhà như sử dụng các thiết bị điều hoà nhiệt độ không khí để hạ thấp nhiệt độ điểm sương, làm giảm độ ẩm không khí trong phòng, hay dùng các thiết bị sưởi trong phòng để làm giảm độ ẩm không khí, hoặc dùng các thiết bị sưởi nằm trong kết cấu nền nhà để nâng nhiệt độ mặt nền lên cao hơn nhiệt độ điểm sương... Tuy vậy, với điều kiện kinh tế kỹ thuật nước ta hiện nay các biện pháp kỹ thuật này rất tốn kém và phụ thuộc vào điện năng nên chưa phù hợp, mặt khác để sử dụng hiệu quả các thiết bị này nhà ở phải được thiết kế theo kiến trúc kín hoàn toàn, điều kiện này cũng khó phù hợp với điều kiện khí hậu nóng ẩm và kiến trúc thoáng ở nước ta. Ngoài ra cũng có nhiều trường hợp như các sảnh thông thoáng... không thể áp dụng các biện pháp kỹ thuật này.

Cấu tạo nền nhà

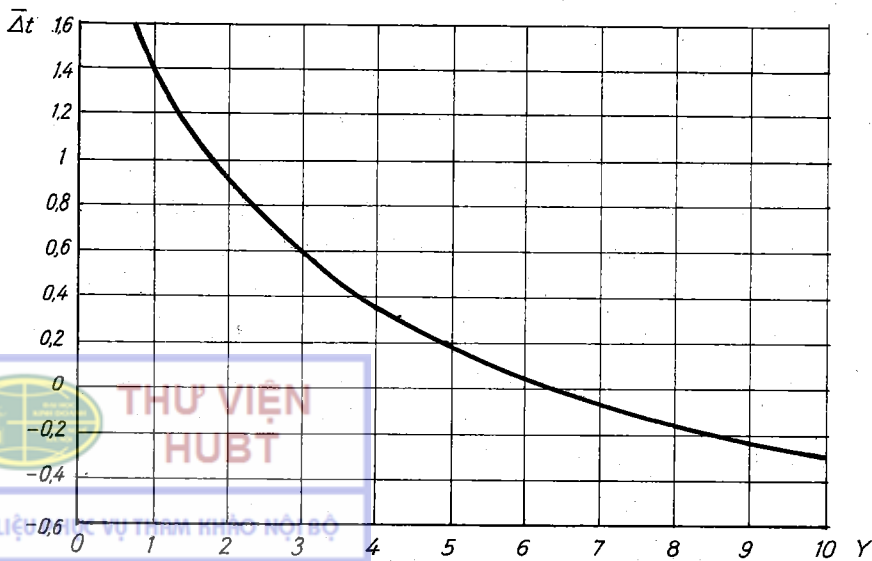
Để nền nhà chống nồm tốt, có thể dùng các giải pháp cấu tạo nền nhà hợp lý bằng cách sử dụng các tính năng nhiệt kỹ thuật tự nhiên của vật liệu xây dựng với chiều dày hợp lý, giải quyết kỹ thuật cách nhiệt nhằm nâng nhiệt độ mặt nền cao hơn nhiệt độ điểm sương của không khí một cách

nhANH chóng. Nếu kết hợp các phương pháp kỹ thuật này với việc lựa chọn thời gian và thời điểm mở cửa thông thoáng phòng thích hợp thì hiệu quả chống nồm càng rõ rệt hơn.

Có thể sử dụng các vật liệu xây dựng làm lớp cách nhiệt cho kết cấu nền từ những vật liệu phổ thông phù hợp với thói quen của dân tộc ta như dùng lớp xỉ lò cao dạng hạt, lớp đệm không khí kín... đến các vật liệu cao cấp hơn như gạch gốm bọt (gốm xốp cách nhiệt), polystirol (xốp)...

8.3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỐNG NỒM CỦA NỀN NHÀ CÓ CẤU TẠO NHIỀU LỚP

Từ nghiên cứu và các kết quả thí nghiệm các tác giả tài liệu [25] đã tìm ra được một số chỉ tiêu tính toán nền nhà chống nồm; từ đó có thể tính toán và thiết kế chiều dày và cách bố trí các lớp cách nhiệt, cách nước hợp lý trong kết cấu nền nhà để chống nồm có hiệu quả.



Hình 8.1 : Đồ thị đánh giá khả năng chống nồm của nền nhà với các giải pháp cấu tạo khác nhau

Khả năng chống nồm của nền nhà được xác định theo biểu thức thực nghiệm sau (xem hình 8.1)

$$\Delta t = 0,735 \ln Y - 1,383 \quad (8.1)$$

Nền nhà có khả năng chống nồm là loại nền và được cấu tạo sao cho $\Delta t = \tau_{bm} - t_s > 0$.

Nền nhà chống nồm tốt khi có :

$$\Delta t > + 0,05; Y \leq 6,5; \lambda_{td} \leq 0,35; \quad (8.2)$$

Trong đó : Δt là chênh lệch nhiệt độ bề mặt nền nhà (τ_{bm}) và nhiệt độ điểm sương của không khí ẩm (t_s), tính bằng $^{\circ}\text{C}$;

Y là hệ số ổn định nhiệt bề mặt của kết cấu nền nhà (xem chương 4), tính bằng $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$;

λ_{td} là hệ số dẫn nhiệt tương đương của nền nhà có cấu tạo nhiều lớp, tính bằng $\text{kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$.

Các hệ số ổn định nhiệt Y (hệ số hàm nhiệt) của các bề mặt kết cấu được xác định theo các công thức từ (4.9) đến (4.15) ở chương 4.

8.4. THIẾT KẾ NỀN NHÀ CHỐNG NỒM

Nguyên tắc thiết kế nền nhà chống nồm

Qua các nghiên cứu thí nghiệm từ năm 1990 – 1997, các tác giả tài liệu [25] đã tìm được phương pháp thiết kế các lớp cấu tạo nền nhà với các giải pháp cách nhiệt khác nhau bằng cách sử dụng các tính năng nhiệt kỹ thuật có tính toán chiều dày hợp lý các lớp vật liệu trong kết cấu nền nhà sao cho giá trị Y , $\lambda_{td} = \min$, đồng thời đảm bảo tính kinh tế và chịu lực của nền. Các giá trị này càng nhỏ thì khả năng chống nồm càng cao. Nên thiết kế cho tổng quán tính nhiệt các lớp vật liệu tham gia làm ổn định nhiệt bề mặt nền nhà có độ dày tối thiểu với chỉ số nhiệt quán tính $D \approx 1$ để nhiệt độ mặt nền τ_{bm} thay đổi nhanh theo nhiệt độ không khí xung quanh. Chỉ số nhiệt quán tính $D = RS$, xác định theo công thức (4.7), (4.8) ở chương 4.

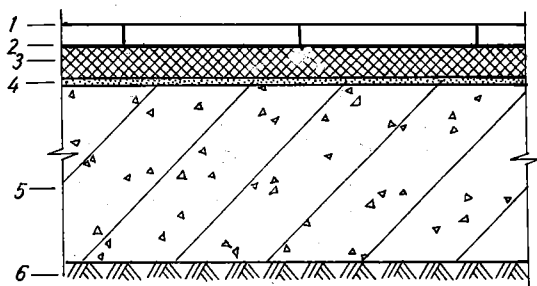
Cấu tạo các lớp trong nền nhà chống nồm

Nếu nhiệt độ mặt nền nhà thay đổi nhanh theo nhiệt độ không khí thì hiện tượng nồm khó có điều kiện xảy ra, do đó người thiết kế phải biết dùng các giải pháp cấu tạo nền nhà thích hợp để mặt sàn được ngăn cách ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm từ khối đất nền, dùng các loại vật liệu lát sàn có khả năng hút ẩm mạnh để hạn chế quá trình đọng nước trên bề mặt nền nhà. Như điểm 4 của điều kiện hình thành nồm đã nói, nếu dùng lớp vật liệu mặt

nền có khả năng hút ẩm tốt, khả năng hút ẩm lớn hơn khả năng đọng sương bề mặt cũng là một giải pháp kết cấu quan trọng để chống nồm cho nền nhà.

Sàn chống nồm có các lớp cấu tạo cơ bản như sau (xem hình 8.2) :

1. Lớp vật liệu mặt sàn
2. Lớp cách nước
3. Lớp vật liệu cách nhiệt
4. Lớp chống thấm
5. Lớp bê tông chịu lực
hoặc bê tông gạch vỡ
6. Đất nền



Hình 8.2 : Cấu tạo các lớp nền nhà chống nồm

Lựa chọn vật liệu các lớp trong kết cấu nền nhà chống nồm

Lớp 1 : Là mặt sàn thông thường có yêu cầu thẩm mỹ, độ bền và chống mài mòn cao. Lớp này thường có độ chắc đặc và quán tính nhiệt lớn, độ dày của chúng nên chọn càng nhỏ càng tốt. Các vật liệu phù hợp cho lớp 1 là gạch men sứ có độ dày $\leq 7\text{mm}$, vật liệu granit, gạch gốm nung dày $\leq 10\text{mm}$, vật liệu composit dày $\leq 7\text{mm}$, gỗ packet hoặc ván dày $\leq 20\text{mm}$.

Hiện tượng nồm thể hiện rất rõ trên bề mặt lớp 1, nếu nền nhà chống nồm tốt thì mặt nền sẽ khô, không thấy ẩm ướt, khi dùng các ngón tay miết nhẹ lên bề mặt của chúng.

Lớp 2 : là lớp chống thấm nước cho vật liệu cách nhiệt trong quá trình thi công và sử dụng sàn. Trong trường hợp kết cấu sàn có lớp 1 và 3 được chế tạo rời thì nên sử dụng giấy dầu, sơn bitum cao su... làm lớp chống thấm hoặc liên kết lớp 1 và 3 bằng keo dán, sơn bitum cao su hay vữa xi măng có độ dày $\leq 20\text{mm}$. Khi lớp 1 và 3 được chế tạo liền thành viên lát sàn thì không cần lớp chống thấm 2 mà thông thường chúng được gắn kết với nhau bằng keo hoặc bằng xi măng trên nguyên tắc độ dày của hai lớp càng nhỏ càng tốt.

Lớp 3 : là lớp cách nhiệt cơ bản, có quán tính nhiệt thấp. Cần chọn vật liệu cho lớp này vừa có sức chịu tải cho sàn vừa có đủ khả năng cách nhiệt. Vật liệu phù hợp có thể là các loại gốm bọt có $\gamma = 400 \div 700\text{ kg/m}^3$, polystirol cường độ cao có $\gamma = 30 \div 60\text{ kg/m}^3$, tấm đolômit có $\gamma < 500\text{ kg/m}^3$... có cường độ chịu nén $R_n \geq 20\text{ daN/cm}^2$ (xem mục 8.5).

Lớp 4 : là lớp ngăn nước mao dẫn từ đất nền lên để bảo vệ lớp cách nhiệt không bị ẩm. Để làm lớp này có thể sử dụng các loại vật liệu cuộn như giấy bitum, sơn bitum cao su v.v...

Lớp 5 : là lớp bê tông lót hoặc bê tông gạch vỡ có cấu tạo tương tự như các loại sàn thông thường nhằm tăng độ cứng của nền.

8.5. CHIỀU DÀY HỢP LÝ CỦA CÁC LỚP CẤU TẠO NỀN NHÀ CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG NỒM

Nền nhà được thiết kế mới hay cải tạo có khả năng chống nồm với chiều dày hợp lý (d_{hl}) là loại nền nhà có kết cấu sao cho:

- 1) Có lớp vật liệu cách nhiệt thỏa mãn chỉ tiêu nền nhà chống nồm với:
 - Lớp bề mặt có chỉ số quán tính nhiệt D , hệ số ổn định nhiệt Y càng nhỏ càng tốt;
 - Kết cấu nền nhà có hệ số dẫn nhiệt tương đương nhỏ nhất.
- Có thể lấy $Y \leq 6,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$; $\lambda_{td} \leq 3,5 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$.
- 2) Cách nước và đạt yêu cầu chịu lực.
- 3) Giá thành thấp nhất.

1. Chiều dày hợp lý của lớp cách nhiệt trong kết cấu nền nhà chống nồm

a) *Kết cấu nền nhà có lớp cách nhiệt hỗn hợp gồm nhiều loại vật liệu*

Khi thiết kế nên bố trí vật liệu có tính cách nhiệt tốt hơn (λ nhỏ nhất) nằm sát lớp bề mặt nền nhà. Ví dụ trong kết cấu nền nhà lát gạch men sứ có lớp cách nhiệt hỗn hợp là polystirol cường độ cao và gạch gốm bột, khi thiết kế nên bố trí vật liệu polystirol cường độ cao (có $\lambda = 0,04$) nằm sát lớp gạch men sứ và nằm trên gạch gốm bột (có $\lambda = 0,154$). Các lớp được dính kết với nhau bằng keo dán hoặc lớp vữa xi măng dày $10 \div 20 \text{ mm}$ (xem hình 8.8)

Chiều dày hợp lý của lớp polystirol CDC : $d_{hl} = 10 \div 20 \text{ mm}$;

lớp gạch gốm bột $d_{hl} = 20 \div 40 \text{ mm}$.

b) *Kết cấu nền nhà có một lớp cách nhiệt*

Dùng vật liệu cách nhiệt polystirol CDC có cường độ chịu lực $R_n \geq 20 \text{ daN/cm}^2$; $d_{hl} = 25 \div 30 \text{ mm}$

Dùng gạch gốm bột có $\gamma = 540 \text{ kg/m}^3$ với chiều dày hợp lí:

- Nếu các lớp được liên kết bằng keo dán thì $d_{hl} \geq 47 \text{ mm}$.

- Nếu có lớp vữa xi măng dày 20 mm thì $d_{hl} \geq 57 \text{ mm}$.

Dùng lớp không khí kín : $d_{hl} = 20 \text{ mm}$ (xem mẫu 2,3)

Dùng lớp xỉ lò cao dạng hạt : $d_{hl} \geq 100 \text{ mm}$.

Dùng gạch rỗng nhiều lỗ : $d_{hl} \geq 100 \text{ mm}$.

2. Lớp lát mặt nền nhà

a) Lát mặt nền nhà bằng gỗ lim, granitô, granit, gạch men sứ cũng cho nền nhà có khả năng chống nồm tốt, trên nguyên tắc này chiều dày lớp lát nền cần đủ chịu tải song càng mỏng càng tốt.

b) Dùng các loại thảm len, thảm dày, thảm cội trải trên bề mặt lớp lát nền cũng có tác dụng chống nồm tốt; tuy vậy phải chú ý luôn làm khô thảm để môi trường trong nhà không bị tích tụ ẩm.

3. Một số mẫu nền nhà chống nồm điển hình

a) Mẫu 1

Nền nhà có lớp cách nhiệt bằng xỉ than lò cao dạng hạt (hình 8.3).

Cấu tạo các lớp

1. Gạch men sứ dày 7mm,

miết mạch bằng xi măng

2. Vữa lát mác 25, dày 20mm;

3. Xỉ lò cao dạng hạt dày 200mm có

$\gamma_o = 700 \div 900 \text{ kg/m}^3$;

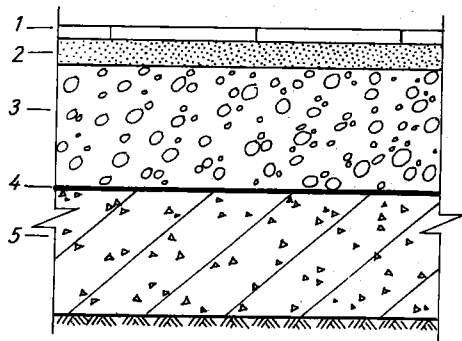
$\lambda_o = 0,15 \div 0,19 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$.

4. Màng chống thấm nước bằng giấy dầu, sơn bitum cao su

(hoặc vữa xi măng cát vàng dày 20mm);

5. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75 dày 100mm (hoặc bê tông đá dăm dày 70mm).

$Y = 4,8 \text{ kcal/m}^2.\text{h.}^\circ\text{C}$



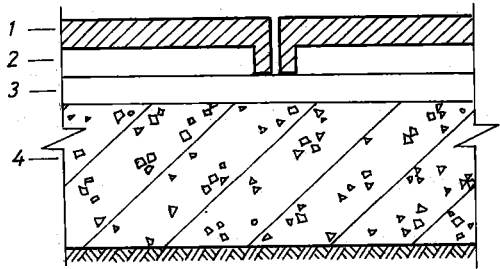
Hình 8.3 : Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng xỉ than lò cao dạng hạt

b) Mẫu 2

Nền nhà có lớp bê tông lưới thép mặt granitô và lớp không khí kín cách nhiệt (hình 8.4).

Cấu tạo các lớp

1. Viên mặt sàn bê tông
lưới thép granitô,
kích thước 400 x 400 x 20mm
2. Lớp không khí kín dày 20mm
3. Vữa xi măng cát vàng
mác 100 dày 20mm
4. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75 ;
dày 100mm ; $Y = 5,2 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^\circ\text{C}$



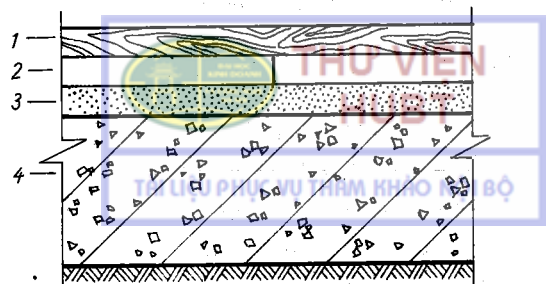
Hình 8.4: Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng tấm granitô có lớp không khí kín

c) Mẫu 3

Mặt sàn nhà làm bằng các thanh gỗ lim (hoặc gỗ dán, packê) được đặt trên dầm gỗ tạo thành kênh không khí kín (hình 8.5).

Cấu tạo các lớp

1. Mặt sàn bằng gỗ lim
(hoặc gỗ dán, packê) dày 20mm;
2. Lớp không khí kín dày 20mm;
3. Vữa xi măng cát vàng
mác 100 dày 20mm;
4. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75
dày 100mm
(hoặc bê tông gạch đá dăm dày 70mm).

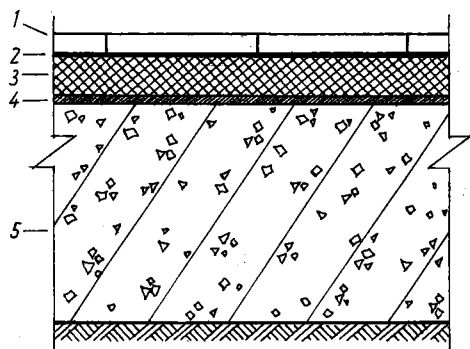


$$Y = 4,2 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^\circ\text{C}$$

Hình 8.5: Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng gỗ lát có lớp không khí kín

d) Mẫu 4

Nền nhà có lớp cách nhiệt bằng vật liệu xốp polystirol cường độ cao, liên kết với gạch men sứ bằng keo dán (hình 8.6).

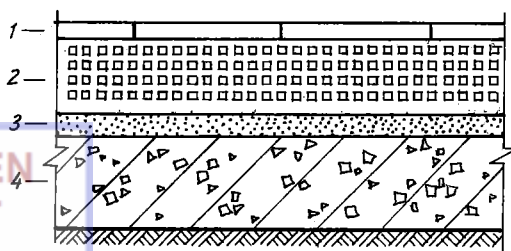


Cấu tạo các lớp

1. Gạch men sứ dày 7mm, miết mạch bằng xi măng
2. Lớp keo dán hoặc sơn bitum cao su (không pha xăng)
3. Polystirol cường độ cao dày 25mm có $R_n \geq 20 \text{ daN/cm}^2$; $\gamma_o = 30 \div 60 \text{ kg/m}^3$.
4. Lớp chống thấm nước bằng giấy dầu, sơn bitum cao su hoặc vữa xi măng cát vàng dày 20mm;
5. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75 dày 100mm (hoặc bê tông gạch đá dăm dày 70mm).

$$Y = 2,19 \div 2,64 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Hình 8.6: Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng vật liệu xốp polystirol cường độ cao



Cấu tạo các lớp

1. Gạch men sứ dày 7mm, miết mạch bằng xi măng
2. Gạch gốm bọt có $\gamma_o = 540 \text{ kg/m}^3$, $R_n \geq 45 \text{ daN/cm}^2$, dày 60mm, được dán liền với lớp gạch men sứ bằng hồ xi măng (hoặc lớp sơn bitum cao su).
3. Lớp chống thấm nước bằng vữa xi măng cát vàng mác 100, dày 20mm (hoặc lớp sơn bitum cao su, hay giấy dầu);
4. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75 , dày 100mm $Y = 2,46 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$

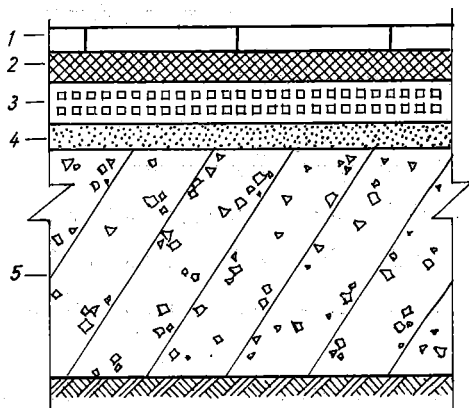
Hình 8.7: Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng gạch gốm bọt

d. Mẫu 5

Nền nhà có gạch gốm bột và hai lớp cách nước bằng bitum cao su hoặc keo dán (hình 8.7).

e. Mẫu 6

Nền nhà có lớp vật liệu cách nhiệt hỗn hợp, gồm vật liệu xốp polystirol cường độ cao và gạch gốm bột. Các lớp được liên kết bằng keo dán (hình 8.8).



Cấu tạo các lớp

1. Gạch men sứ dày 7mm, miết mạch bằng xi măng
2. Vật liệu xốp polystirol cường độ cao dày 15mm ($R_n \geq 20 \text{ daN/cm}^2$, $\gamma_o = 30 \div 60 \text{ kg/m}^3$), được dán liền với gạch men sứ bằng keo (hoặc sơn bitum cao su không pha xăng);
3. Gạch gốm bột ($R_n \geq 45 \text{ daN/cm}^2$, $\gamma_o = 540 \text{ kg/m}^3$) dày 20mm được dán liền với polystirol cường độ cao bằng keo dán (hoặc sơn bitum cao su không pha xăng);
4. Vữa xi măng cát vàng mác 100, dày 20mm (hoặc dày 10mm và cố thêm lớp sơn bitum cao su);
5. Bê tông gạch vỡ mác ≥ 75 , dày 100mm $Y = 2,56 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$

Hình 8.8: Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng lớp cách nhiệt hỗn hợp gồm bê tông gạch vỡ và polystirol cường độ cao

8.6. THI CÔNG VÀ GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG NỀN NHÀ CHỐNG NỒM

Thi công nền nhà chống nồm

Nền nhà cần đảm bảo đủ chắc và phẳng để tránh hư hỏng nền nhà do lún nền. Lớp bê tông hoặc bê tông gạch vỡ sau khi thi công cần được láng phẳng bằng một lớp vữa xi măng cát vàng mác 100, dày 10 – 20 mm, làm nền cho lớp chống ẩm. Lớp chống ẩm cần được trải phẳng dán liền các khe nối và

vén lên chân tường ít nhất 10 mm để ngăn ẩm từ phía tường cho vật liệu cách nhiệt. Lớp vật liệu cách nhiệt cần được thi công đạt độ phẳng cao cho lớp vữa lát nền nhà không vượt quá 10 – 20mm. Lớp lát nền nhà cần được sả mạch kỹ để khi sử dụng nước không thấm qua làm giảm tính năng của vật liệu cách nhiệt.

Giám sát chất lượng thi công

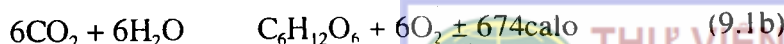
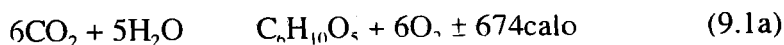
Nền nhà chống nồm bao gồm các lớp vật liệu mỏng do vậy khi giám sát cần tập trung vào các khâu quan trọng là độ phẳng, cao độ và các lớp vật liệu phải đạt độ đồng đều, đúng độ dày thiết kế; vật liệu cách nhiệt phải đảm bảo không bị nhiễm ẩm, vật liệu cách nước không bị rách thủng. Trong quá trình lát lớp bề mặt, trước khi lát cần đặt màng ngăn nước bảo vệ lớp cách nhiệt không bị ẩm ướt, khi dùng vữa lót không quá dư nước, sả mạch đảm bảo no, kín bằng vữa xi măng hoặc vật liệu sả khác.



Cây xanh là bộ phận hợp thành quan trọng trong kiến trúc thành phố cũng như nông thôn. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nước ta, cây xanh càng phải có vị trí thích đáng trong quy hoạch xây dựng các điểm dân cư, các khu công nghiệp, để phát huy được tác dụng to lớn của nó trong việc cải tạo điều kiện vệ sinh cho con người. Cây xanh có tác dụng che nắng, giảm bức xạ, giảm sự chói chang lóa mắt, giảm nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt đất. Cây xanh còn có khả năng lọc sạch không khí, hút bớt bụi khói và tiếng ồn, đồng thời phần nào ngăn được khí độc hại công nghiệp. Dưới đây ta phân tích tác dụng của cây xanh đối với vi khí hậu.

9.1. TÁC DỤNG GIẢM BỨC XẠ

Trong thời gian ban ngày, cây xanh hấp thụ bức xạ mặt trời và hút nước từ đất lên để tiến hành lục diệp hóa theo các phản ứng:



Do đó, ban ngày cây xanh hút nhiệt bức xạ, hút CO_2 và nhả O_2 ; còn ban đêm thì ngược lại, nhả nhiệt và CO_2 ; nhưng quá trình hoạt động sinh lí ban đêm của cây xanh rất yếu, nên lượng nhiệt do cây nhả ra trong ban đêm là không đáng kể. Vì vậy, quá trình lục diệp hóa của cây xanh rất có lợi đối với yêu cầu chống nóng trong kiến trúc. Hàm lượng khí ôxy trong không khí có thể tăng lên tới 20% và hàm lượng khí CO_2 giảm đi.

Tùy theo mức độ rậm rạp của lá mà cây xanh có thể hút được 30 - 80% bức xạ mặt trời chiếu tới. Cây càng có lá rậm rạp, tán lá to thì hút bức xạ càng nhiều, vì tổng diện tích mặt lá hấp thụ, khuếch tán bức xạ và bốc hơi hút nhiệt càng lớn. Tổng diện tích của các mặt lá cây ước bằng 75 lần diện tích trồng cây; tổng diện tích mặt lá của cỏ ước bằng 25 - 35 lần diện tích bãi cỏ.

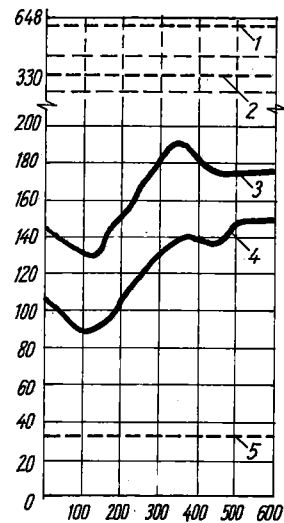
Cây xanh không những trực tiếp hút bớt bức xạ mà còn có tác dụng cản bức xạ - che nắng cho không gian dưới lùm cây, có thể ngăn được 60 - 80% bức xạ mặt trời. Tài liệu quan trắc ở thành phố Tasken (Liên Xô cũ) cho thấy ở chỗ quang đăng bức xạ tổng đạt tới 800 - 805 kcal/m².h, trong khi đó, ở trong vùng cây xanh bức xạ mặt trời xuyên qua không lớn hơn 122kcal/m².h và nhiều trường hợp chỉ có 40 - 60 kcal/m².h. Theo số liệu thí nghiệm của một số nước khác, đối với cây lá tương đối dày, lượng bức xạ xuyên qua lùm lá chỉ chiếm khoảng 10%, đối với cây lá thưa khoảng 40 - 45% tổng lượng bức xạ chiếu tới. Cỏ tốt cũng che được bức xạ mặt trời; thường chỉ có khoảng 20% năng lượng bức xạ xuyên tới mặt đất mà thôi. Số liệu quan trắc của chúng tôi chứng tỏ trong cùng một điều kiện khí hậu và thời gian nhiệt độ không khí sát mặt sân atphan trên 52°C, sát mặt bê tông trên 43°C, nhưng trên mặt cỏ chỉ có 39°C.

Cây xanh còn có tác dụng giảm bớt bức xạ phản xạ ra môi trường xung quanh.

Hệ số Anbêđô của tường trắng đạt tới 0,7, tức là 70% bức xạ chiếu đến sẽ bị phản xạ ra xung quanh, lượng bức xạ này sẽ chiếu đến người đứng cạnh tường, đến các vật lân cận và đốt nóng không khí xung quanh, trong khi đó hệ số Anbêđô của cây xanh chỉ vào khoảng 0,2 - 0,3, nên môi trường xung quanh đỡ bị đốt nóng hơn nhiều.

Chúng tôi đã đo hệ số Anbêđô của một số bề mặt cây xanh, được kết quả như sau: mặt cỏ A = 0,18 - 0,24, mặt vườn cây khoai nước A = 0,18 - 0,26, mặt vườn cây giồng riềng A = 0,15 - 0,23 v.v...

Hình 9.1 cho số liệu quan trắc ở Baku (Liên Xô cũ). Từ hình vẽ ta thấy các cây leo trên tường có khả năng giảm bức xạ rất lớn.



Hình 9.1: Tác dụng giảm bức xạ của cây leo trên mặt tường

1. Bức xạ chiếu trên mặt nằm ngang;
2. Chiếu trên mặt thẳng đứng;
3. Bức xạ phản xạ từ mặt tường không có cây leo;
4. Bức xạ phản xạ từ mặt tường có cây leo;
5. Bức xạ xuyên qua cây leo tới mặt tường.

9.2. TÁC DỤNG ĐỐI VỚI NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ

Như trên đã nói, do tác dụng hấp thụ bức xạ mặt trời để lục diệp hóa, cũng như nước bốc hơi từ bề mặt lá, hút nhiệt và tác dụng che bức xạ, giảm phản xạ mà cây xanh có tác dụng làm giảm nhiệt độ của môi trường xung quanh nó. Ngoài ra, mặt đất dưới cây xanh thường là ẩm ướt hơn các mặt đất trống trải, nên khi nắng chiếu, nước từ mặt đất ẩm sẽ bốc hơi và hút nhiệt, làm giảm nhiệt độ rõ rệt. Số liệu quan trắc thực tế của chúng tôi chứng tỏ rằng nhiệt độ ở mặt đất ẩm ướt thấp hơn nhiệt độ ở mặt đất khô tới 5,5°C. Nhờ có các tác dụng trên mà nhiệt độ không khí ở khu vực nhà có trồng cây xanh thường thấp hơn khu vực nhà không trồng cây xanh. Theo tài liệu của nước ngoài, nhiệt độ không khí trong tiểu khu nhà ở trong thành phố thường cao hơn nhiệt độ ở khu vườn cây xanh từ 2°C trở lên.

Kết quả quan trắc thực tế của chúng tôi ở 3 xóm A, B, C thuộc xã Trục Bình, Nam Định vào mùa hè năm 1968 cũng chứng tỏ như vậy (bảng 9.1).

Bảng 9.1. Kết quả đo lường vi khí hậu ở nông thôn Nam Định

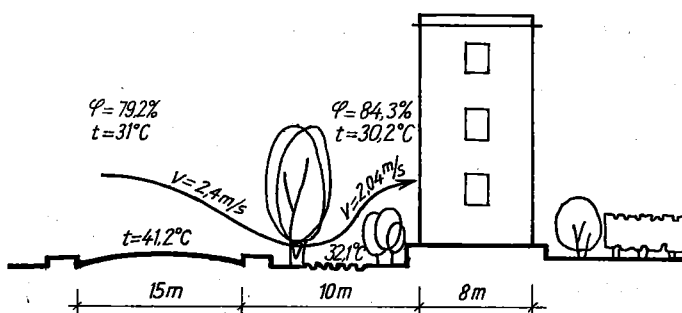
Đại lượng	Xóm A	Xóm B	Xóm C
Mật độ xây dựng nhà, (%)	27,2	19,1	16,8
Mật độ cây xanh và ao hồ, (%)	21,5	52	53,9
Mật độ đường sá, sân bãi, (%)	51,3	28,9	29,3
Nhiệt độ trung bình trong nhà (°C)	32,1	31,8	31,6
Biên độ nhiệt độ trong ngày ở trong nhà, (°C)	4	2	1,5
Nhiệt độ trung bình ngoài sân (°C)	32,8	32,1	31,9

Qua bảng trên, ta thấy rõ xóm nào có mật độ xây dựng nhỏ, mật độ cây xanh, ao hồ lớn thì nhiệt độ thấp hơn, đặc biệt là biên độ dao động nhiệt độ trong ngày nhỏ hơn rõ rệt (điều kiện vệ sinh tốt hơn).

Kết quả đo lường của chúng tôi ở Hà Nội cho thấy, nhiệt độ không khí ở các công viên Thủ Lệ, Bách Thảo trong mùa Hè thường thấp hơn nhiệt độ không khí ở các khu dân cư Thanh Xuân Bắc, Bách Khoa từ 1 - 3°C. Nhiệt độ không khí ngoài nhà ở xã Bát Tràng (không có cây xanh, nhiều lò gốm) cao hơn nhiệt độ không khí ở xã Đông Du (bên cạnh và có cây xanh) thông thường tới 3,5°C (1992).

Các số liệu quan trắc của nhiều tác giả ở nước ngoài chứng tỏ rằng trong những giờ có nhiệt độ cực đại (ban ngày) nhiệt độ không khí dưới tán cây xanh thấp hơn nhiệt độ không khí ở chỗ không có cây xanh từ 0,8 - 3°C và ngược lại độ ẩm lớn hơn 5 - 8%.

Hình 9.2 giới thiệu kết quả đo lường ở Quảng Châu (Trung Quốc) về ảnh hưởng của cây xanh trồng xung quanh nhà đến trạng thái không khí trước khi thổi vào nhà. Sau khi thổi qua cây xanh, nhiệt độ không khí giảm, còn độ ẩm thì tăng lên.



Hình 9.2: Ảnh hưởng của cây xanh đối với trạng thái không khí thổi vào nhà

9.3. ẢNH HƯỞNG CỦA CÂY XANH ĐỐI VỚI GIÓ

Cây xanh còn có tác dụng cản gió, hoặc làm thay đổi hướng gió.

Số liệu quan trắc tại Nam Định cho thấy tốc độ gió giảm đi sau vườn điền thanh có tốc độ gió chỉ còn khoảng 40%. Theo kết quả quan trắc trong rừng cây của P. N. Gilin, ở vị trí cách cửa rừng 30 - 50m tốc độ gió giảm đi tới 60 - 70%, còn ở khoảng cách 120 - 140m thì tùy theo mức độ rậm rạp của rừng mà gió có thể giảm tới mức hoàn toàn yên tĩnh.

Các hàng cây xanh dày đặc, nhất là các bụi cây dày, còn có tác dụng làm thay đổi chiều gió thổi hoặc là làm gió uốn cong lên hoặc thổi theo hướng song song với hàng cây (hình 9.2 và hình 9.5).

9.4. TÁC DỤNG CỦA CÂY XANH ĐỐI VỚI CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ

Người ta thường nói rừng là “lá phổi” của quốc gia, công viên, cây xanh đường phố là “lá phổi” của thành phố. Đúng như vậy, cây xanh có tác dụng rất có ích đối với khí hậu và môi trường của thành phố và khu công nghiệp.

Ngoài tác dụng che nắng, hút bớt bức xạ Mặt Trời, cải thiện vi khí hậu, cây xanh còn có tác dụng hút bụi và giữ bụi, lọc sạch không khí, hút tiếng ồn và che chắn tiếng ồn, mặt khác nó còn tạo thẩm mỹ cảnh quan đô thị, tạo ra cảm giác êm dịu về màu sắc cho môi trường đô thị.

Môi trường đô thị bị ô nhiễm bởi các nguồn ô nhiễm công nghiệp, thủ công nghiệp, giao thông vận tải và nguồn ô nhiễm do sinh hoạt của thị dân thải ra.

Các chất ô nhiễm chính của môi trường không khí đô thị là:

- Bụi (bụi nặng, bụi nhẹ, bụi kim loại, bụi độc hại, bụi vi sinh vật);
- Khói, tro, bồ hóng;
- Các hoá chất độc hại (chủ yếu là khí SO_2 , CO , NO_2 , CO_2 , H_2S , CH_4);
- Tiếng ồn.

Cây xanh có tác dụng hút bớt các chất ô nhiễm trong môi trường không khí, ngoài ra còn hút bớt các chất ô nhiễm độc hại trong môi trường đất, nước, đặc biệt là đối với kim loại nặng như chì.

Giảm nồng độ bụi

Cây xanh đối với đô thị giống như lá phổi đối với con người, nó có tác dụng lọc bụi trong không khí, làm sạch môi trường.

Khả năng giữ bụi trên cành lá của cây (lọc bụi) phụ thuộc vào đặc thù của lá cây (càng nhám càng dễ bám bụi), lá to hay nhỏ, dày hay thưa, lùm cây hay tán cây,... và phụ thuộc vào thời tiết (nếu có mưa định kỳ đều đặn thì hiệu quả lọc bụi của cây xanh tốt hơn khi trời nắng khô liên tục, vì mưa có tác dụng rửa sạch lá để đón nhận bụi mới).

Khả năng giữ bụi trung bình của một số cây (gần đúng) cho ở bảng 9.2.

Bảng 9.2. Hiệu quả lọc bụi của cây xanh

Cây	Tổng diện tích lá (m^2)	Tổng lượng bụi giữ trên cây (kg)
1	2	3
1. Phượng	86	4
2. Du	66	18
3. Liễu	157	38

1	2	3
4. Phong	171	20
5. Dương Canada	267	34
6. Tần bì	195	30
7. Bụi cây đinh hương	11	1,6

Nguồn : Trung tâm Thông tin khoa học kỹ thuật, Bộ Nhà ở và Kinh tế công cộng Liên Bang Nga, "Lục hoá khu dân cư", tập 2(19), Matxcova, 1976

Khu cây xanh cũng như những thảm cỏ còn có tác dụng hạn chế nguồn bụi bay lên từ mặt đất. Còn ở các bãi trống, bãi cát thường sản sinh nhiều bụi, gió sẽ tung các bụi này bay lên gây ô nhiễm bụi đối với các vùng xung quanh.

Nói chung cây xanh có thể làm giảm nồng độ bụi trong không khí từ 20 – 65%.

Kết quả đo lường của chúng tôi ở một số đường phố ở Hà Nội cho thấy khi ở bên đường phố có dãy cây xanh thì nồng độ bụi ở tầng hai chỉ bằng 30 – 50% nồng độ bụi ở nhà tầng một.

Hấp thụ các chất độc hại trong không khí và từ dưới đất

Trên cơ sở các quá trình hoạt động hoá sinh và vật lý mà cây xanh có khả năng hấp thụ các chất khí độc hại, bụi chì, hơi chì trong không khí, cũng như các kim loại nặng trong đất. Các chất khí độc và kim loại nặng được cây hấp thụ sẽ chủ yếu bị giữ ở phần mô bì của lá cây, một phần được chứa ở trong thân cây và rễ cây. Nhiều kết quả nghiên cứu ở nước ngoài đã chứng minh kết luận này. Vì vậy các cây rau, quả trồng ở vùng mà môi trường không khí, môi trường nước và môi trường đất bị ô nhiễm thì chúng sẽ hấp thụ các chất ô nhiễm độc hại và chứa các chất độc hại trong bản thân chúng. Con người ăn các rau quả này sẽ bị ô nhiễm độc hại, ví dụ như bị ô nhiễm chì do các phương tiện giao thông vận tải thải ra.

Nhưng các loại cây thân gỗ hấp thụ các khí độc hại và kim loại nặng như chì thì là điều rất tốt, vì nó có tác dụng làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm độc hại trong môi trường và không gây độc hại đối với con người.

Dưới đây giới thiệu kết quả phân tích của một số tác giả nước ngoài về hàm lượng chất lưu huỳnh chứa trong lá một số cây trồng ở đô thị và khu công nghiệp (nguồn tài liệu: như ghi chú ở bảng 9.2).

Loại cây	Hàm lượng chất lưu huỳnh trong lá(%)
Phượng	0,104
Sồi	0,135
Liễu	0,200
Phong	0,244
Dâu gia	0,163
Đinh hương	0,103
Dương Canada	0,176
Tần bì	0,168

Nhìn chung, cây xanh có thể giảm ô nhiễm khí độc hại trong môi trường 10 – 35%.

Hấp thụ tiếng ồn

Sóng âm thanh truyền qua các lùm cây sẽ bị phản xạ qua lại nhiều lần và năng lượng âm sẽ bị giảm đi rõ rệt, do đó cây xanh có khả năng hút âm, giảm nhỏ tiếng ồn, đặc biệt là tiếng ồn giao thông. Các dãy cây xanh dày đặc rộng 10 – 15m có thể giảm tiếng ồn 15 – 18 dB. Khả năng giảm tiếng ồn của cây xanh không những phụ thuộc vào loại cây mà còn phụ thuộc vào cách bố trí cây, phối hợp các loại cây có tán, có lùm, các khóm cây, bụi cây và các chậu cây.

Ngoài ra còn có một số cây xanh có tác dụng sát trùng, vệ sinh môi trường và tăng cường các ion tươi trong không khí, tạo điều kiện dễ chịu đối với con người. Đó là các loại cây (xếp thứ tự từ các cây có tác dụng mạnh đến thấp): các loại thông, sồi đỏ, trắc bá diệp, linh sam, sồi đen, cây trăn, dâu gia.

Một số cây còn có tác dụng *chỉ thị mức độ ô nhiễm của môi trường* (có thể dùng làm thước đo hay công cụ kiểm tra mức độ ô nhiễm môi trường). Ví dụ tác dụng của một loại hoá chất độc hại tới một mức độ nào đó thì làm cho cây bị đốm lá, đui lá hay vàng lá,...

9.5. TỔ CHỨC HỆ THỐNG CÂY XANH TRONG THÀNH PHỐ

Ở mỗi đô thị nên có hệ thống cây xanh hoàn chỉnh, bao gồm:

- Vành đai cây xanh xung quanh thành phố (như các khu rừng);
- Vành đai cây xanh cách ly vệ sinh (phòng hộ) xung quanh các khu công nghiệp và các đường giao thông chính;
- Hệ thống công viên của thành phố;
- Vườn cây trong các tiểu khu ở;
- Vườn cây trong hàng rào các công trình (đặc biệt là trong các bệnh viện, trường học, cơ quan, công trình văn hoá, các nhà máy và trong các biệt thự).

Về chỉ số đánh giá mật độ cây xanh trong thành phố

Người ta thường nói đến quy định chỉ số diện tích đất cây xanh trên mỗi đầu người dân thành phố. Chúng tôi cho rằng chỉ số này chưa hoàn thiện và chưa phản ánh đúng các hiệu quả tác dụng của cây xanh đối với khí hậu và môi trường, mặt khác ở thành phố phát triển, mật độ dân cư có thể tăng bằng cách phát triển thành phố theo chiều cao, còn diện tích cây xanh thì không thể “lên tầng” được. Như vậy sẽ xảy ra một điều phi lý là ở thành phố thưa dân thì thừa đất để trồng cây xanh, còn ở thành phố đông dân thì không thể kiếm đâu ra đất trồng cây xanh để cho đạt tiêu chuẩn bình quân diện tích đất cây xanh trên mỗi đầu người dân.

Vì vậy chúng tôi cho rằng nên dùng thêm(bổ sung) chỉ tiêu thứ hai là tỉ lệ diện tích được phủ cây xanh trên tổng diện tích thành phố làm chỉ số khống chế, để đánh giá mức độ tiện nghi phục vụ nghỉ ngơi, giải trí cũng như tiện nghi vi khí hậu và môi trường thành phố. Cần phải tiến hành nghiên cứu để xác định tỷ lệ này cho hợp lý đối với thành phố ở mỗi vùng khí hậu khác nhau(đồng bằng, trung du, miền núi,v.v...). Theo tài liệu nước ngoài tỷ lệ này có thể dao động khoảng 6 – 15%. Các Sở Khoa học, Công nghệ và Môi trường TP. Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bình Dương đã quy định diện tích cây xanh trong các khu công nghiệp mới ít nhất phải chiếm 15% diện tích toàn khu.

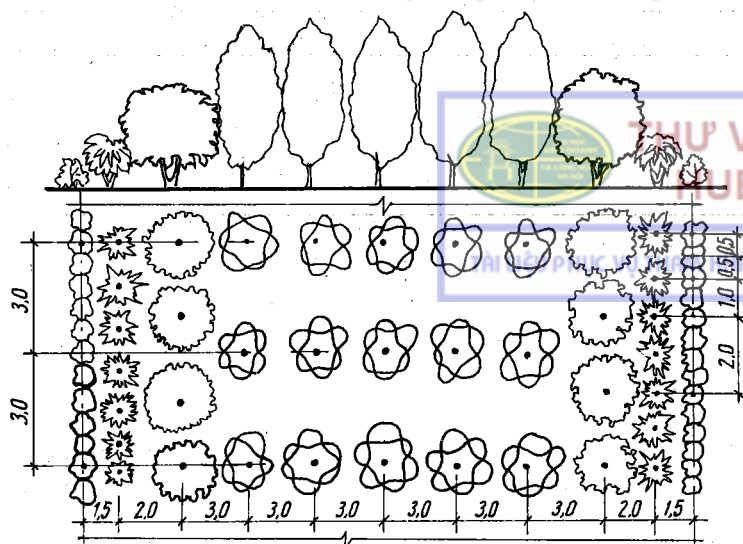
Vành đai cây xanh cách ly vệ sinh đối với các khu công nghiệp và giao thông

Hiện nay ở nhiều thành phố nước ta đã hình thành một số khu công nghiệp.

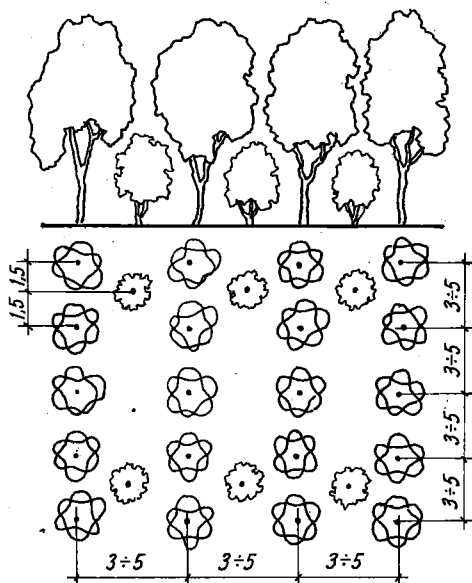
Ở xung quanh tất cả các khu công nghiệp cũ ở nước ta hầu như không có khoảng cách ly vệ sinh công nghiệp, do đó cũng không có hệ thống cây

xanh để cải thiện vi khí hậu và môi trường, giảm bớt tác động ô nhiễm môi trường của các khu công nghiệp đối với khu dân cư xung quanh. Vì vậy cần phải có quy hoạch cải tạo vành đai các khu công nghiệp và kiến tạo các dải cây xanh bao quanh. Chiều rộng cách ly vệ sinh cũng như chiều rộng các dải cây xanh bao quanh khu công nghiệp không nên đồng đều ở mọi hướng mà nên tỷ lệ với tần suất gió ở từng hướng.

Phương tiện giao thông là nguồn gây ô nhiễm lớn của thành phố, đặc biệt là ô tô, xe máy, vì chúng luôn thải ra nhiều chất độc hại như khí CO, NO_x, SO₂, C_nH_m, bụi chì, hơi chì, tiếng ồn và phát sinh nhiều bụi. Vì vậy ở hai bên đường ô tô chính cần có các dải cây xanh để giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Ví dụ như ở Hà Nội các đường cần có dải cây xanh hai bên là đường nối Hà Nội – sân bay Nội Bài, các đường giao thông cửa ngõ Thủ đô, các trục giao thông vành đai La Thành, vành đai Nam Thăng Long – Thanh Xuân – Pháp Vân, v.v... Các trục đường này nên xây dựng theo kiểu đường Boulevard. Muốn đạt được yêu cầu giảm tiếng ồn, hấp thụ các khí ô nhiễm và cải thiện vi khí hậu thì các dải cây xanh này phải kết hợp các cây có tán, cây có lùm và các bụi khóm cây (h.9.3a,b). Chiều rộng của chúng tối thiểu là 6m và chiều cao 7 - 10m. Khi trồng cây xanh dọc hai bên đường giao thông cần chú ý đến tầm nhìn của lái xe, đặc biệt là các chỗ đường cong và chỗ đường rẽ.



Hình 9.3a : Bố trí các dãy cây xanh hai bên đường hay trong vùng cách ly công nghiệp, các hàng giữa là cây tán lá cao, hai bên là các dãy cây có tán lá thấp và các lùm cây.



Hình 9.3b : Bố trí xen kẽ các dãy cây xanh có tán lá cao và các dãy cây có tán lá thấp, lùm cây

Các dải cây xanh dọc theo các sông ngòi của thành phố

Trong nội thành của nhiều thành phố ở nước ta thường có nhiều sông ngòi, hệ thống sông ngòi đồng thời cũng là hệ thống thoát nước bẩn. Vì vậy cần kiến tạo các dải cây xanh hai bên bờ sông ngòi để chúng cộng tác dụng với mặt nước trong việc cải thiện vi khí hậu của thành phố, đồng thời các dải cây xanh này còn có tác dụng hấp thụ một phần các chất ô nhiễm môi trường nước thải và môi trường đất. Mặt khác nó còn có tác dụng bảo vệ dòng chảy, chống dân lấn chiếm đất lưu không.

Hệ thống công viên nội thành

Hiện nay trong nội thành ở nhiều thành phố đã hình thành hệ thống công viên tương đối hoàn chỉnh. Ví dụ như ở Hà Nội đã bao gồm các công viên: Công viên Lê Nin, Thủ Lệ, Bách Thảo, Tuổi trẻ (Thanh Nhàn), Đống Đa, công viên Trung Liệt (sắp được xây dựng) và v.v... Ngoài ra còn có các vườn hoa, vườn dạo như : Chí Linh, Lý Tự Trọng, Tây Hồ, Con Cóc, xung quanh Hồ Gươm, hồ Thiên Quang, hồ Ba Mẫu, hồ Ngọc Khánh, hồ Giảng Võ, v.v...

Mục đích của các công viên này là kết hợp giữa yêu cầu cải thiện khí hậu môi trường của thành phố với nhu cầu giải trí, thư giãn, vui chơi, hội hè và sinh hoạt của nhân dân.

Kinh nghiệm của các nước chứng tỏ mức độ tiện nghi dễ chịu môi trường của các công viên phụ thuộc vào kích thước (độ lớn) của công viên, như ở bảng 9.3 thể hiện.

Bảng 9.3. Tỷ lệ diện tích trong công viên có môi trường tiện nghi phụ thuộc vào độ lớn của công viên

Diện tích công viên (ha)	Chiều rộng trung bình của công viên (m)	Tỷ lệ diện tích có môi trường tiện nghi (%)	Tỷ lệ diện tích bị tác động xấu của ô nhiễm môi trường (%)		
			Tiếng ồn	Bụi bẩn	Ảnh hưởng của nhònm ngó
3	100	9	91	83	33
7	150	29	71	64	24
20	250	50	50	44	15
50	400	68	32	28	10
113	600	78	22	19	6

Nguồn : Trung tâm Thông tin khoa học kĩ thuật, Bộ Nhà ở và Kinh tế công cộng Liên Bang Nga, "Lục hoá khu dân cư", tập 2(19), Matxcova, 1976

Xét các trị số ở bảng 9.3 ta thấy: để đảm bảo tối thiểu có 50% diện tích công viên tiện nghi thì diện tích công viên phải đạt từ 20 ha trở lên. Điểm này cần lưu ý đối với các công viên đang hoặc sẽ được xây dựng ở các thành phố nước ta.

Chúng tôi cho rằng hệ thống công viên ở Hà Nội đã có sự phân bố tốt, phong phú nhưng chất lượng còn thấp, đặc biệt là hệ thống cây xanh, giao thông và công trình phục vụ trong công viên trong thành phố Hà Nội còn thấp kém.

Hệ thống vườn cây trong tiểu khu nhà ở

Thời gian qua và hiện nay do nhu cầu diện tích ở bùng nổ ở nhiều thành phố, nên nhiều diện tích cây xanh ở các tiểu khu ở đang bị thu hẹp và xoá dần. Vì vậy cần phải có kế hoạch phục hồi và phát triển diện tích cây xanh này ở các thành phố.

Hệ thống vườn cây trong hàng rào công trình

Các vườn cây trong hàng rào công trình có vai trò rất quan trọng, không những về mặt thẩm mỹ kiến trúc mà còn về mặt khí hậu và môi trường, vì các vườn cây này nằm rải rác khắp nơi và trực tiếp với đời sống, sinh hoạt và làm việc của con người.

Cần hết chú ý đến các vườn cây trong các nhà máy, trường học, bệnh viện, các công trình công cộng và các biệt thự. Yêu cầu đối với vườn cây trong mỗi công trình có khác nhau, vì vậy cần phải tìm hiểu đặc tính lí - hoá - sinh của các loại cây xanh. Ví dụ đối với bệnh viện nên chọn các loại cây có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm môi trường, đối với các trường học nên chọn các loại cây tạo bóng mát, giảm bức xạ mặt trời, v.v...

9.6. MỘT SỐ ĐIỂM CHÚ Ý KHI THIẾT KẾ VƯỜN CÂY

Nhân dân ta đã có phương ngôn "Trước nhà trồng cau, sau nhà trồng chuối". Điều đó rất có cơ sở khoa học, bởi vì cây cau có thân thẳng, tán lá cao nên che nắng tốt nhưng không cản gió, không cản tầm nhìn, còn chuối thì um tùm rậm rạp, có tác dụng cản gió tốt, cho nên, trong mùa Hè gió Đông Nam có thể thổi thẳng vào mặt nhà (vì nhà nông thôn thường là 1 tầng và quay hướng Đông Nam) và gió Đông Bắc trong mùa Đông sẽ được vườn chuối chắn lại.

Việc bố trí cây xanh trong kiến trúc phải dựa trên 3 cơ sở sau (xét đơn thuần về khí hậu):

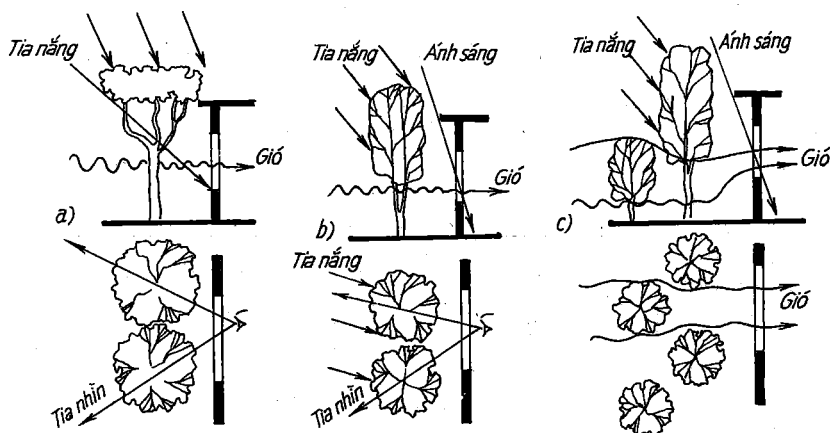
- Có tác dụng giảm nhiệt độ cho công trình hay tiểu khu, tạo thành các khối không khí mát thổi vào nhà:

- Có tác dụng che nắng cho công trình, đường phố và làm giảm bức xạ phản xạ có hại;

- Không cản gió mát trong mùa Hè và có tác dụng chắn gió lạnh trong mùa Đông.

Hình 9.4 giới thiệu một vài kiểu trồng cây trước nhà, đảm bảo yêu cầu che nắng, thông gió tốt và không hạn chế tầm nhìn.

Nói chung, trước mặt nhà hướng Nam nên trồng các cây có tán lá cao và lớn, thân cây thẳng hoặc lá kim thưa, như là cây cau, cọ, dừa, xoan, thông, bần v.v...

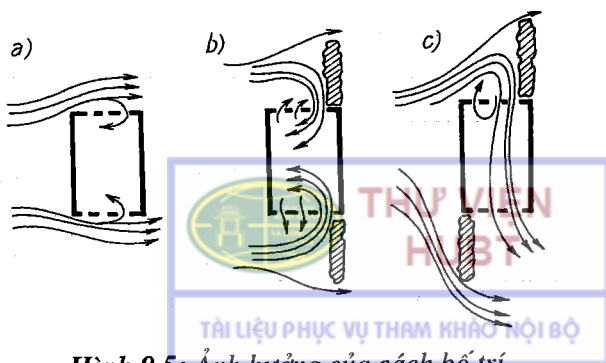


Hình 9.4: Một vài cách bố trí trồng cây trước cửa sổ
a) Cây có tán cao và rộng hình ô; b) Cây có tán hình trụ tròn;
c) Phối hợp giữa cây thấp và cây cao.

Phía có gió lạnh thổi mùa Đông thì chọn các cây có tán lá lớn, hình trụ, có cành, lá từ gốc đến ngọn, hoặc lá rậm rạp như chuối, chề, mít, phi lao v. v...

Khi trước nhà có lùm cây thấp hoặc chậu cây và hàng cây cao thì nên bố trí hàng cây cao gần nhà hơn để có tác dụng che nắng cũng như đảm bảo gió xuyên vào phòng, không nên bố trí như hình 9.2.

Nếu bố trí hàng rào cây xanh ở cạnh nhà hợp lí thì cũng có tác dụng cải thiện điều kiện thông gió trong phòng (hình 9.5).



Hình 9.5: Ảnh hưởng của cách bố trí hàng rào cây xanh đến trường gió

Việc tổ chức trồng cây xanh trong thôn xóm nước ta có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, vì ở đây nhà đều là thấp tầng, mật độ xây dựng không cao, cây cối nhiều. Nếu không tổ chức vườn cây tốt thì không tận dụng khai thác được gió và đất cũng không được lợi dụng canh tác triệt để. Nếu xung quanh nhà có lũy tre hoặc chậu cây bọc kín thì nhà sẽ bị bí gió. Mặt khác, vì sân vườn các nhà thường là liền nhau, nên có khi hàng cây có tác dụng tốt cho nhà này, lại có tác hại cho nhà kia.

Trong thành phố, việc tạo thành các công viên rộng lớn ở đầu hướng gió để làm mát không khí, hoặc ở giữa thành phố tạo thành các vùng không khí có nhiệt độ thấp, có ý nghĩa rất lớn về mặt vệ sinh thành phố. Cây xanh ở dọc các đường phố có tác dụng che nắng cho mặt đường rất tốt, giảm bức xạ bề mặt và tạo thành các ống thông gió trong thành phố.

Trong kiến trúc dân gian cũng như kiến trúc hiện đại, người ta còn dùng các loại dàn hoa, dàn cây leo (thiên lí, mướp, bầu, bí, nho v.v...) theo kiểu thẳng đứng, nằm ngang hay chắn trước cửa sổ. Công dụng của các loại dàn cây leo này là che nắng cho cửa sổ và tường ngoài, làm giảm nóng trong phòng rất rõ rệt. Nhiều khảo nghiệm đã chứng tỏ, nhờ có dàn cây leo che nắng ngoài cửa sổ mà nhiệt độ trong phòng giảm đi trung bình từ $0,7 - 0,9^{\circ}\text{C}$, biên độ dao động của nhiệt độ trong phòng cũng giảm đi $0,9 - 1,3^{\circ}\text{C}$.

Cũng cần chú ý khi chọn cây trồng xung quanh nhà hay cây leo trên cửa sổ, nên chọn các loại cây rụng lá trong mùa Đông để đảm bảo trong mùa Đông nắng có thể sưởi ấm cho phòng.

Đối với các công trình kho tàng cần chống ẩm thì nên tránh trồng cây quanh nhà, vì chúng gây ra độ ẩm lớn và dễ gây nấm mốc cho phát triển sâu bọ, mốc mối, tốt nhất là bố trí kho tàng vào chỗ quang đãng, thông thoáng.

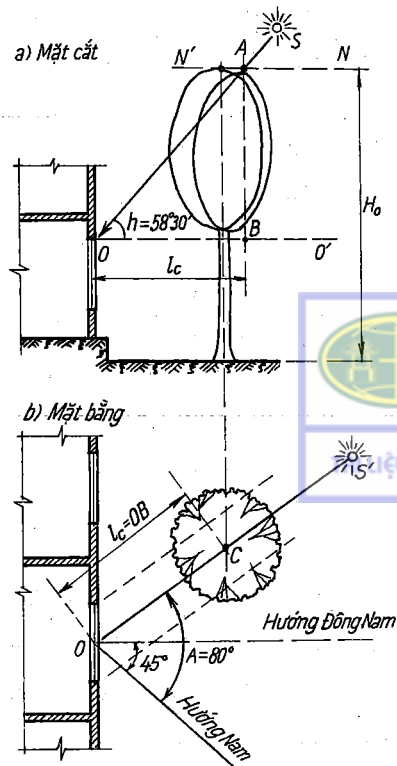
Tóm lại, trồng cây xanh là một biện pháp tốt để chống nóng và giảm ô nhiễm môi trường trong kiến trúc, chúng ta cần triệt để lợi dụng. Muốn vậy, trước hết cần điều tra các số liệu cơ bản của cây như kích thước tán lá, phạm vi rễ cây sinh trưởng (để tránh tình trạng rễ cây phá hỏng nền móng công trình), tuổi thọ, khả năng cản bức xạ, giảm phản xạ, xuyên sáng và hiệu quả giảm ô nhiễm môi trường của cây v.v... có như vậy, việc sử dụng cây xanh mới thực sự có tác dụng tốt.

Khi thiết kế bố trí cây xanh trong công viên hay xung quanh công trình theo yêu cầu che nắng, cần giải bài toán nghịch với bài toán xác định bóng đổ hay bài toán về chiếu nắng, đã được trình bày ở chương 5.

Ví dụ: Xác định vị trí trồng cây ở cạnh nhà để đảm bảo bóng của lùm cây che râm toàn bộ cửa sổ của một phòng hướng Đông Nam, nhà xây dựng ở Hà Nội. Thời gian cần che nắng cho cửa sổ là 8 giờ sáng trong ngày trung bình của tháng VIII.

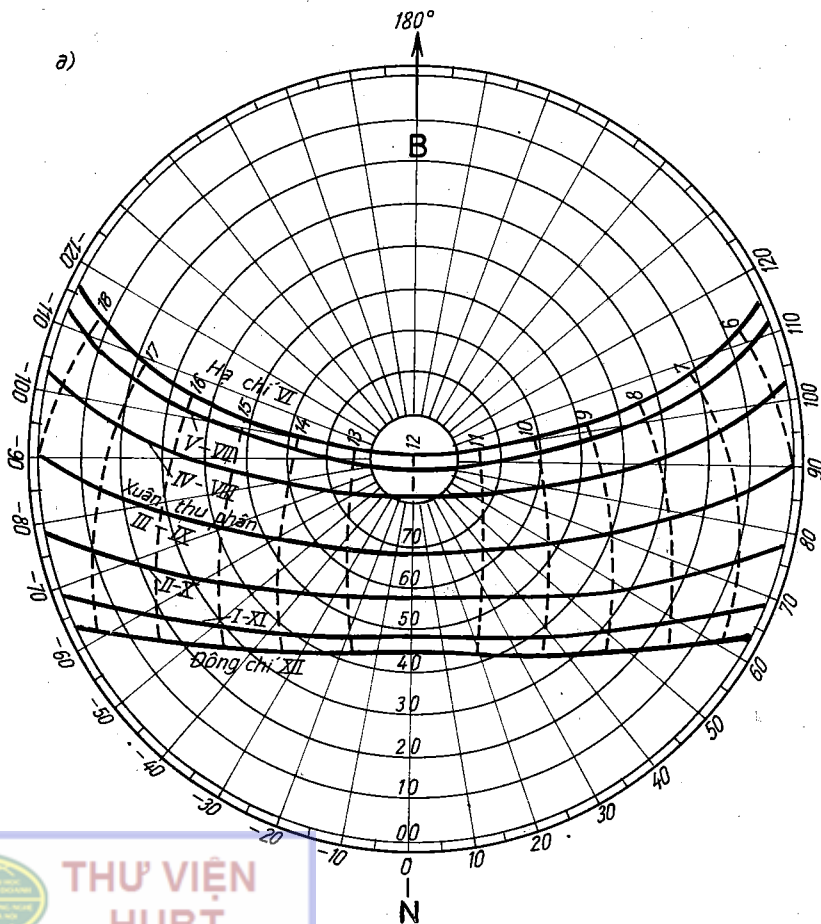
Giải:

Muốn che nắng cho toàn bộ cửa sổ, kích thước của lùm cây phải bằng hoặc lớn hơn cửa sổ, vì bóng của vật do tia nắng chiếu trên mặt phẳng song song với nó sẽ có kích thước đúng bằng vật đó. Từ hình (a) của phụ lục 1 ta có: lúc 8 giờ sáng trong ngày tháng VIII có $h = 58^{\circ}30'$, góc phương vị $A = 80^{\circ}$. Từ mép trên của cửa (điểm O) vẽ đường nghiêng OS làm với mặt phẳng nằm ngang một góc bằng $h = 58^{\circ}30'$ (hình 9.6a). Vẽ đường NN' nằm ngang có độ cao bằng độ cao H_0 của lùm cây. Đường NN' cắt đường OS tại điểm A. từ điểm A kẻ đường thẳng đứng, gặp đường OO' tại điểm B. Độ dài $l_c = OB$ chính là khoảng cách giữa vị trí trồng cây và trục cửa sổ theo hướng tia mặt trời chiếu trên mặt ngang. Do đó trên mặt bằng (hình 9.6b) ta xác định hình chiếu của tia mặt trời là OS', làm với phương Nam một góc $A = 80^{\circ}$. trên đường OS' xác định một điểm C cách O một đoạn l_c đúng bằng OB. Điểm C chính là vị trí trồng cây ta cần tìm.



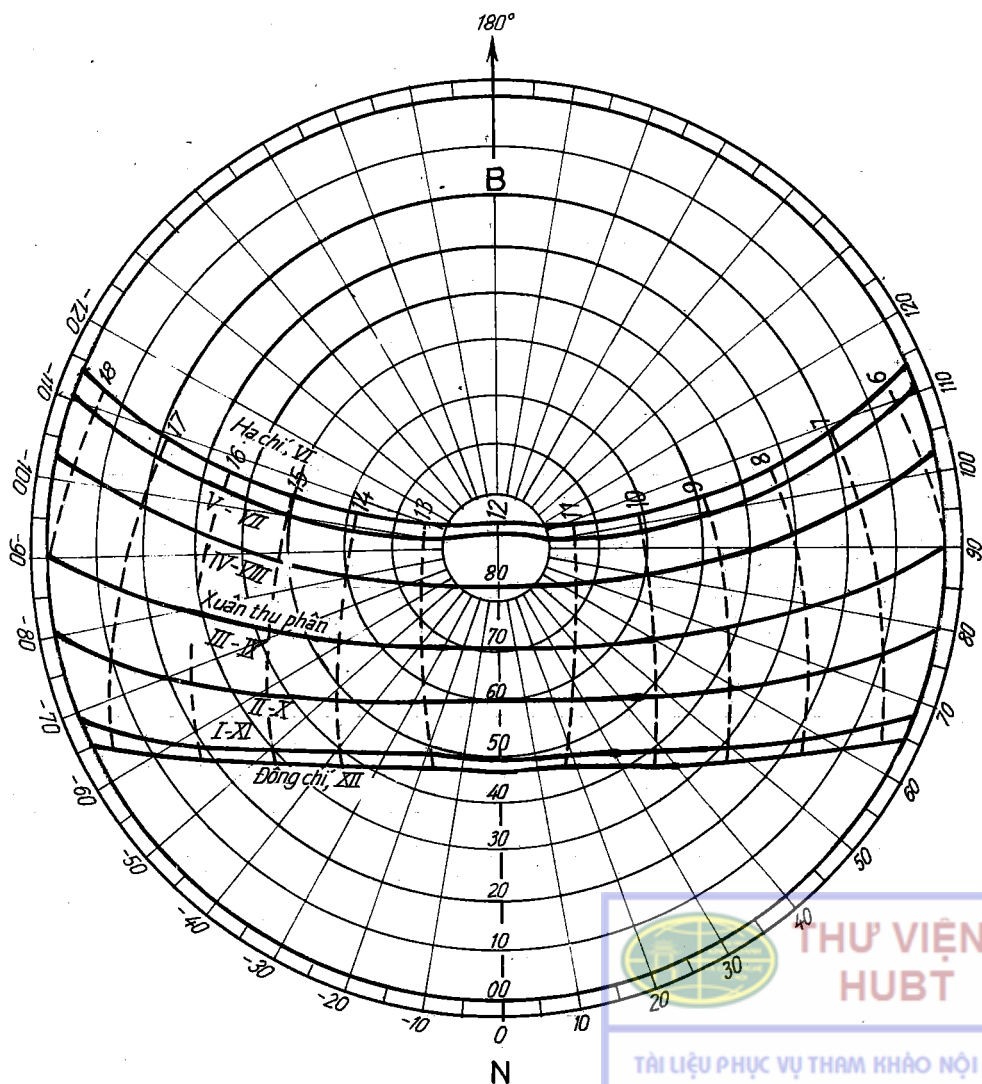
Hình 9.6: Xác định vị trí trồng cây theo yêu cầu che nắng

Phụ lục 1
ĐƯỜNG CHUYỂN ĐỘNG BIỂU KIẾN CỦA MẶT TRỜI
Ở MỘT SỐ ĐỊA PHƯƠNG



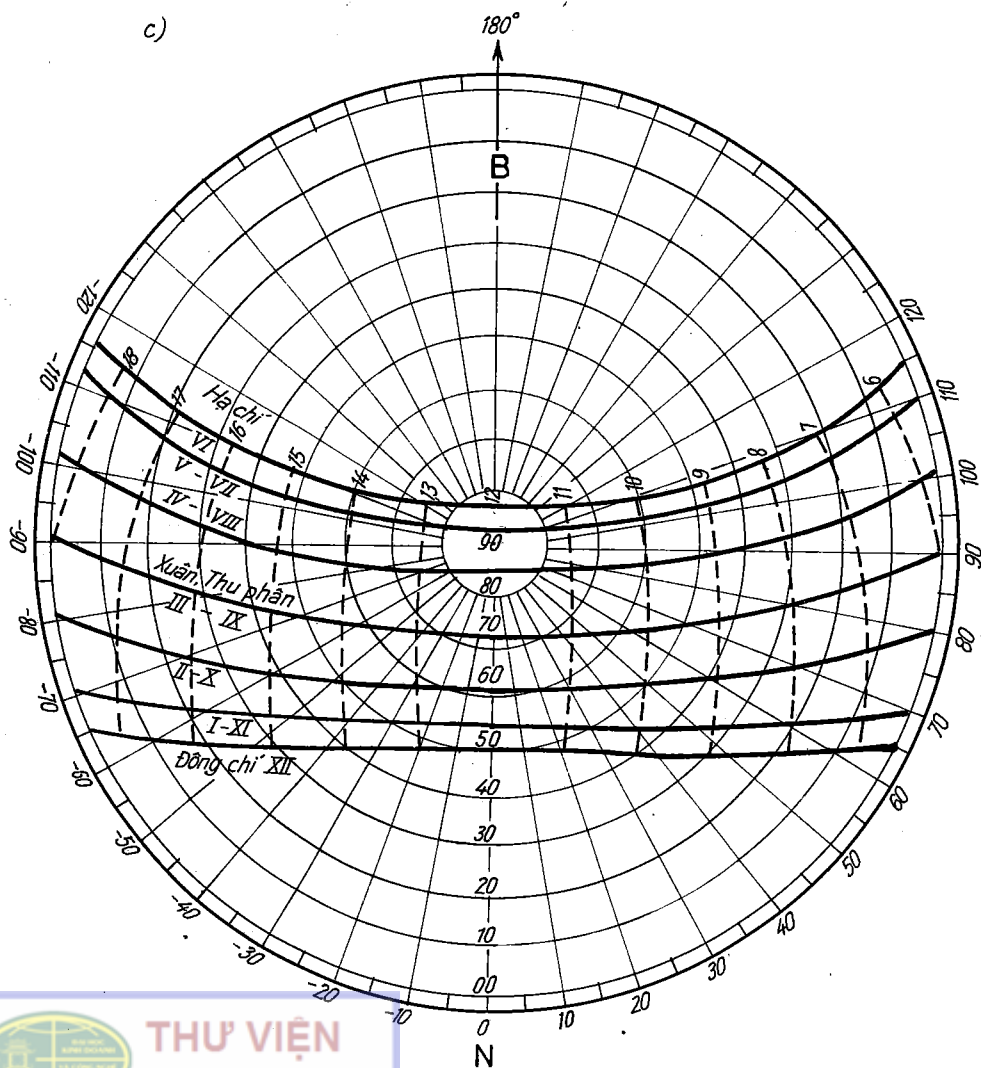
- Vòng tròn đồng tâm chỉ góc cao mặt trời (h);
- Tia xuyên tâm chỉ góc phương vị mặt trời (A);
- Đường cong nét đậm là đường chuyển động của mặt trời;
- Số La Mã chỉ tháng trong năm;
- Đường cong nét đứt chỉ giờ trong ngày.

a) Tại Hà Nội, vĩ độ $\varphi = 21^\circ$. B có thể dùng ở các địa phương: Hà Tây, Hòa Bình, Hải Dương, Hưng Yên, Quảng Ninh, Bắc Ninh, Bắc Giang, Vĩnh Phúc, Sơn La, Hải Phòng, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình, Thái Bình.



- Vòng tròn đồng tâm chỉ góc cao mặt trời (h);
- Tia xuyên tâm chỉ góc phương vị mặt trời (A);
- Đường cong nét đậm là đường chuyển động của mặt trời;
- Số La Mã chỉ tháng trong năm;
- Đường cong nét đứt chỉ giờ trong ngày.

b) Tại thành phố Huế, vĩ độ $\varphi = 16^{\circ}30'B$ - có thể dùng ở các địa phương Quảng Bình, Quảng Trị, Quảng Nam - Đà Nẵng, Quảng Ngãi.



- Vòng tròn đồng tâm chỉ góc cao mặt trời (h);

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THẠC SĨ - TIA XUYẾN TÂM CHỈ GÓC PHƯƠNG VỊ MẶT TRỜI (A);

- Đường cong nét đậm là đường chuyển động của mặt trời;

- Số La Mã chỉ tháng trong năm;

- Đường cong nét đứt chỉ giờ trong ngày.

c) Tại thành phố Hồ Chí Minh, vĩ độ $\varphi = 10^{\circ}42'B$ - có thể dùng cho các địa phương: Tây Ninh, Sông Bé, Đồng Nai, Thuận Hải, Long An, Đồng Tháp, An Giang, Tiền Giang, Hậu Giang, Kiên Giang, Bến Tre, Cửu Long.

Phụ lục 2a
NHIỆT ĐỘ Ở CÁC ĐỊA PHƯƠNG

Thứ tự	Địa điểm	Nhiệt độ trung bình hàng năm (°C)	Tháng nóng nhất		Tháng lạnh nhất		Nhiệt độ tối cao tuyệt đối (°C)	Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối (°C)
			Nhiệt độ trung bình (°C)	Nhiệt độ tối cao trung bình (°C)	Nhiệt độ trung bình (°C)	Nhiệt độ tối thấp trung bình (°C)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Lai Châu	23,1	26,5	32,0	17,3	13,2	42,5	4,9
2	Điện Biên	22,0	25,7	30,6	16,3	11,0	41,5	0,8
3	Lao Cai	22,6	25,7	32,7	15,8	13,2	42,8	2,2
4	Sa Pa	15,3	19,6	23,1	8,9	6,2	33,0	2,0
5	Sơn La	21,0	24,9	29,5	14,5	8,7	40,4	1,1
6	Mộc Châu	16,5	22,9	27,5	12,1	9,9	35,8	1,1
7	Sông Mã	22,4	26,2	32,2	16,1	11,3	43,6	0,5
8	Hà Giang	22,6	27,3	32,2	15,5	12,9	42,6	1,6
9	Tuyên Quang	23,0	28,0	32,5	16,0	13,0	41,4	0,4
10	Cao Bằng	21,5	26,9	32,0	14,0	10,5	42,4	1,8
11	Lạng Sơn	21,3	27,0	31,5	13,7	10,1	39,8	2,1
12	Thái Nguyên	23,0	28,2	32,5	16,1	12,9	41,5	3,0
13	Bắc Cạn	22,0	27,2	32,2	14,9	11,6	41,9	0,9
14	Bắc Giang	23,3	28,8	32,3	16,4	13,3	42,5	3,3
15	Hòn Gai	22,9	28,2	31,6	16,2	13,5	40,7	5,0
16	Móng Cái	22,5	28,0	31,2	15,2	12,1	39,1	1,1
17	Vĩnh Yên	23,6	28,9	32,7	16,8	13,9	41,8	2,2
18	Yên Bái	22,7	27,7	32,4	15,8	13,2	41,9	1,7
19	Việt Trì	23,3	28,4	32,4	16,5	13,8	42,3	3,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Tam Đảo	18,0	23,0	25,9	11,2	9,3	35,3	0,7
21	Láng (Hà Nội)	23,4	28,8	32,7	16,6	13,8	41,6	3,1
22	Hải Dương	23,5	29,0	32,3	16,6	13,8	40,4	3,1
23	Hưng Yên	23,3	28,8	32,3	16,6	13,8	42,3	3,6
24	Phủ Liễn	23,0	28,2	31,8	16,7	14,2	41,5	4,5
25	Cát Bi	23,5	28,8	32,1	16,8	14,1	41,8	5,2
26	Thái Bình	23,2	28,8	32,2	16,7	14,0	42,3	5,3
27	Sơn Tây	23,2	28,5	32,6	16,5	13,5	42,5	3,5
28	Hòa Bình	23,5	28,1	33,5	16,4	13,3	43,6	1,2
29	Nam Định	23,5	29,0	32,5	16,8	14,3	42,2	3,8
30	Ninh Bình	23,5	29,0	32,4	16,9	14,3	41,5	5,5
31	Nho Quan	23,4	28,7	33,0	16,8	13,6	43,2	1,8
32	Thanh Hóa	23,6	28,3	32,9	17,4	14,8	42,0	5,4
33	Yên Định	23,5	28,6	33,1	17,3	14,4	41,4	3,9
34	Hồi Xuân	23,1	27,4	33,4	17,2	14,0	43,3	3,1
35	Vinh	23,9	29,5	33,9	17,9	15,5	42,1	4,0
36	Tương Dương	23,7	27,8	34,0	18,0	14,5	44,6	3,1
37	Hà Tĩnh	23,9	28,6	33,9	18,0	15,7	41,1	7,0
38	Đồng Hới	24,4	29,4	33,4	19,0	16,5	42,8	7,7
39	Quảng Trị	25,0	29,4	34,0	19,3	17,2	40,4	9,3
40	Huế (Phụ Bài)	25,2	29,3	34,4	20,0	17,3	40,0	8,8
41	Đà Nẵng	25,6	29,1	34,5	21,3	18,8	40,9	11,0
42	Quảng Ngãi	25,8	29,0	34,5	21,4	19,2	41,4	12,8
43	Quy Nhơn	26,7	29,6	33,7	22,9	20,7	42,1	15,0
44	Plâycu	21,7	23,8	27,2	18,8	13,3	34,8	5,6
45	Buôn Mê Thuột	23,4	25,3	31,3	20,8	17,2	39,4	7,4
46	Tuy Hòa	26,6	29,3	34,3	23,2	20,9	39,7	15,5
47	Nha Trang	26,5	28,3	33,0	23,8	20,7	39,5	14,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
48	Liên Khương	21,0	22,3	28,6	19,1	13,5	34,2	6,4
49	Bảo Lộc	21,3	22,7	28,7	19,1	13,1	35,5	4,5
50	Phan Thiết	26,6	28,2	32,2	24,7	19,9	37,6	12,4
51	Phước Long	26,2	27,0	32,8	24,2	18,7	38,3	12,4
52	Lộc Ninh	26,0	27,2	32,8	24,4	18,2	37,9	10,7
53	Vũng Tàu	25,8	27,5	31,8	24,2	21,7	38,4	15,0
54	Hiệp Hòa	27,7	29,0	34,1	26,0	19,2	39,0	12,5
55	Mỹ Tho	27,9	29,3	34,2	26,0	20,8	38,9	14,9
56	Vĩnh Long	26,6	27,6	33,7	24,9	21,4	36,4	16,4
57	Sóc Trăng	26,8	27,9	32,9	25,2	21,7	37,8	16,2
58	Cần Thơ	26,7	27,3	33,4	25,3	21,0	40,0	14,8
59	Côn Sơn	27,1	28,3	31,5	25,5	23,9	34,5	18,4
60	Rạch Giá	27,3	28,4	32,2	25,4	21,3	37,2	14,8
61	Phú Quốc	27,0	28,1	30,8	25,5	21,7	38,1	16,0
62	Cà Mau	26,5	27,4	32,6	24,9	21,2	38,3	15,3
63	Hoàng Sa	26,8	29,2	31,3	23,4	21,9	35,9	14,9
64	TP. Hồ Chí Minh	27,0	28,1	33,4	25,7	21,0	40,0	13,8



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

Phụ lục 2b
ĐỘ ẨM Ở CÁC ĐỊA PHƯƠNG

Số thứ tự	Địa điểm	Độ ẩm trung bình hàng năm (%)	Độ ẩm trung bình tháng lớn nhất (%)	Độ ẩm trung bình tháng nhỏ nhất (%)	Độ ẩm trung bình tháng nóng nhất (%)	Độ ẩm trung bình tháng lạnh nhất
1	2	3	4	5	6	7
1	Lai Châu	82	89	75	89	80
2	Điện Biên	84	88	78	88	82
3	Lào Cai	85	86	81	86	85
4	Sa Pa	87	91	82	88	86
5	Sơn La	81	87	73	86	78
6	Mộc Châu	86	88	81	86	85
7	Sông Mã	82	88	74	87	80
8	Hà Giang	85	87	81	87	86
9	Tuyên Quang	84	86	81	85	83
10	Cao Bằng	81	86	78	85	78
11	Lạng Sơn	81	84	76	84	76
12	Thái Nguyên	82	85	78	84	78
13	Bắc Cạn	84	86	82	84	82
14	Bắc Giang	82	85	77	83	77
15	Hòn Gai	82	88	77	82	77
16	Móng Cái	83	87	76	86	79
17	Vĩnh Yên	80	84	78	81	78
18	Yên Bái	87	91	85	87	88
19	Việt Trì	84	87	82	83	82
20	Tam Đảo	88	93	84	89	86
21	Láng (Hà Nội)	83	88	80	83	80

1	2	3	4	5	6	7
22	Hải Dương	84	89	80	82	80
23	Hưng Yên	86	90	83	84	83
24	Phủ Liễn	85	91	79	86	83
25	Cát Bi	82	87	76	83	76
26	Thái Bình	86	91	84	82	84
27	Sơn Tây	84	87	82	84	82
28	Hòa Bình	84	86	82	83	83
29	Nam Định	85	91	82	82	84
30	Ninh Bình	85	91	81	81	83
31	Nho Quan	84	89	81	81	82
32	Thanh Hóa	85	90	82	82	84
33	Yên Định	85	89	83	83	83
34	Hồi Xuân	86	88	83	86	85
35	Vinh	85	91	74	74	89
36	Tương Dương	83	87	78	81	82
37	Hà Tĩnh	86	92	75	75	90
38	Đồng Hới	84	90	72	72	88
39	Quảng Trị	84,8	90,8	73,6	76,3	90,3
40	Huế	84,5	90,5	73,6	76,4	90,5
41	Đà Nẵng	82,3	85,6	75,2	76,5	85,6
42	Quảng Ngãi	85,6	89,6	79,6	80,5	89,4
43	Quy Nhơn	79,9	84,4	70,9	74,2	82,4
44	Plâycu	83,1	92,6	72,3	83,5	76,3
45	Buôn Mê Thuột	82,4	88,7	72,8	81,8	79,8
46	Tuy Hòa	81,1	86,6	73,4	79,4	84,4
47	Nha Trang	80,5	83,9	78,6	80,8	78,6
48	Liên Khương	80,5	88,0	71,3	83,2	74,4
49	Bảo Lộc	85,9	91,3	77,2	87,9	81,3
50	Phan Thiết	80,7	85,2	75,6	81,5	75,7

1	2	3	4	5	6	7
51	Phước Long	77,9	88,2	63,6	80,7	69,1
52	Lộc Ninh	80,8	88,2	71,0	84,0	72,2
53	Vũng Tàu	85,2	89,7	81,1	84,5	81,6
54	Hiệp Hòa	80,5	86,7	75,1	80,9	76,1
55	Mỹ Tho	79,2	82,5	74,1	76,7	78,4
56	Vĩnh Long	79,8	83,6	74,1	82,2	78,2
57	Sóc Trăng	83,4	86,9	77,3	83,9	79,8
58	Cần Thơ	82,4	85,8	77,1	82,4	81,7
59	Côn Sơn	80,5	83,3	78,1	81,0	78,1
60	Rạch Giá	82,2	86,0	75,7	84,0	77,9
61	Phú Quốc	83,3	88,6	77,4	85,4	77,4
62	Cà Mau	85,6	89,4	80,7	87,0	82,8
63	Hoàng Sa	83,4	84,7	81,5	83,4	81,5
64	TP. Hồ Chí Minh	79,5	86,0	71,0	80,7	73,8



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

Phụ lục 2c
SỐ LIỆU MƯA Ở CÁC ĐỊA PHƯƠNG

Số thứ tự	Tên trạm, tỉnh	Lượng mưa trung bình hàng năm (mm)	Lượng mưa TB tháng lớn nhất (mm)	Lượng mưa TB tháng nhỏ nhất (mm)	Lượng mưa lớn nhất trong 1 giờ (mm)
1	2	3	4	5	6
1	Lai Châu	2095	447 (VI)	5 (12)	99,7
2	Điện Biên	1576	339 (VII)	12 (I)	
3	Lao Cai	2128	330 (VIII)	19 (I)	94,8
4	Sa Pa	2759	465 (VIII)	49 (I)	105,6
5	Sơn La	1413	273 (VIII)	2 (XII)	71,9
6	Mộc Châu	1445	308 (VIII)	7 (I)	
7	Sông Mã	1144	258 (VI)	7 (I)	
8	Hà Giang	2401	523 (VII)	31 (I)	73,6
9	Tuyên Quang	1600	284 (VII)	18 (I)	85,9
10	Cao Bằng	1410	265 (VII)	13 (I)	
11	Lạng Sơn	1383	258 (VII)	22 (I)	
12	Thái Nguyên	2002	397 (VII)	17 (I)	115,9
13	Bắc Cạn	1586	323 (VII)	14 (I)	70,2
14	Bắc Giang	1539	396 (VIII)	19 (I)	71,3
15	Hòn Gai	1995	454 (VIII)	2 (I)	91,0
16	Móng Cái	2751	611 (VII)	36 (I)	93,0
17	Vĩnh Yên	1526	299 (VIII)	15 (I)	96,3
18	Yên Bái	2116	399 (VIII)	29 (XII)	94,3
19	Việt Trì	1644	302 (VIII)	20 (I)	75,4
20	Tam Đảo	1478	302 (VIII)	14 (I)	94,3
21	Láng	1661	310 (VIII)	18 (I)	93,9
22	Hải Dương	1555	233 (VII)	15 (I)	84,0

1	2	3	4	5	6
23	Hưng Yên	1704	326 (VIII)	22 (I)	116,5
24	Phủ Liễn	1786	321 (VIII)	24 (I)	105,6
25	Cát Bi	1747	359 (VIII)	13 (XII)	78,7
26	Thái Bình	1754	332 (IX)	22 (XII)	
27	Sơn Tây	1753	312 (VIII)	5 (I)	89,7
28	Hòa Bình	1846	349 (IX)	10 (I)	92,7
29	Nam Định	1723	336 (IX)	27 (I)	99,1
30	Ninh Bình	1781	362 (IX)	20 (I)	
31	Nho Quan	1862	342 (VIII)	19 (I)	
32	Thanh Hóa	1716	329 (IX)	24 (I)	144,5
33	Yên Định	1507	380 (IX)	13 (I)	
34	Hội Xuân	1648	349 (VII)	9 (I)	100
35	Vinh	1882	460 (IX)	52 (I)	50
36	Tương Dương	1393	284 (IX)	5 (I)	140
37	Hà Tĩnh	2548	611 (X)	98 (I)	108
38	Đồng Hới	2135	573 (X)	66 (I)	97,5
39	Quảng Trị	2608,7	623,3 (X)	59,0 (4)	96,0
40	Huế	2955,5	744,2 (X)	63,7 (4)	65,4
41	Đà Nẵng	2089,5	585,1 (XI)	23,5 (III)	59,0
42	Quảng Ngãi	2277,7	578,5 (X)	33,7 (4)	61,5
43	Quy Nhơn	1703,3	465,6 (X)	25,6 (III)	84,3
44	Plâycu	2306,9	466,5 (X)	0,9 (I)	80,3
45	Buôn Mê Thuột	1712,4	320,6 (VIII)	4,4 (I)	53,6
46	Tuy Hòa	1492,5	417,5 (X)	19,4 (III)	
47	Nha Trang	1359,7	359,6 (XI)	17,9 (II)	
48	Liên Khương	1625,9	276,8 (IX)	6,9 (I)	
49	Bảo Lộc	2513,8	412,0 (VII)	34,3 (II)	
50	Phan Thiết	1133,3	202,1 (IX)	0,7 (II)	
51	Phước Long	2044,8	376,6 (VII)	2,6 (II)	

1	2	3	4	5	6
52	Lộc Ninh	2285,2	400,3 (IX)	9,7 (I)	
53	Tây Ninh	1805,5	320,7 (IX)	4,1 (II)	
54	Vũng Tàu	1356,5	213,9 (IX)	0,7 (II)	
55	Hiệp Hòa	1886,2	327,9 (X)	5,5 (II)	
56	Mỹ Tho	1437,6	259,8 (X)	2,3 (II)	
57	Trúc Giang	1498,2	281,0 (X)	1,9 (II)	
58	Sa Đéc	1449,4	264,4 (X)	3,4 (II)	
59	Vĩnh Long	1415,6	297,3 (X)	0,4 (II)	
60	Châu Đốc	1378,8	252,8 (IX)	14,8 (II)	
61	Sóc Trăng	1840,7	289,4 (X)	1,9 (II)	76,0
62	Cần Thơ	1163,0	214,8 (VIII)	2,6 (III)	
63	Côn Sơn	2072,0	321,9 (IX)	3,9 (II)	75,0
64	Rạch Giá	2015,8	310,4 (VIII)	6,8 (II)	121,0
65	Phú Quốc	3037,9	543,1 (VIII)	24,4 (VIII)	64,1
66	Cà Mau	2360,3	343,2 (VIII)	8,7 (II)	77,5
67	Hoàng Sa	1219,0	241,8 (X)	15,8 (II)	45,8
68	TP. Hồ Chí Minh	≈ 1950	333 (VI)	5 (II)	

Ghi chú: Số ghi trong ngoặc đơn ở bảng trên là chỉ tháng xảy ra.



Phụ lục 3
TỐC ĐỘ GIÓ (m/s) Ở CÁC ĐỊA PHƯƠNG

Số thứ tự	Địa điểm	Tốc độ gió trung bình năm (m/s)	Tốc độ trung bình tháng lạnh nhất (m/s)	Tốc độ trung bình tháng nóng nhất (m/s)
1	2	3	4	5
1	Lai Châu	0,8	1,1	0,6
2	Điện Biên	1,2	1,2	1,1
3	Lao Cai	1,3	1,4	1,3
4	Sa Pa	2,4	2,7	2,5
5	Sơn La	1,2	1,6	1,0
6	Mộc Châu	2,5	2,6	3,2
7	Sông Mã	1,5	2,0	1,1
8	Hà Giang	1,2	1,1	1,2
9	Tuyên Quang	1,4	1,3	1,6
10	Cao Bằng	2,0	2,0	2,0
11	Lạng Sơn	1,9	2,4	1,5
12	Thái Nguyên	1,9	1,9	2,2
13	Bắc Cạn	1,5	1,8	1,3
14	Bắc Giang	2,4	2,4	2,9
15	Hòn Gai	3,0	2,9	3,4
16	Móng Cái	2,5	2,6	2,5
17	Vĩnh Yên	1,9	1,9	1,9
18	Yên Bái	1,6	1,4	1,5
19	Việt Trì	1,8	1,6	1,8
20	Tam Đảo	3,2	3,3	3,0
21	Láng	2,4	2,4	2,6
22	Hải Dương	2,6	2,7	2,8
23	Hưng Yên	2,1	2,3	2,3

1	2	3	4	5
24	Phủ Liễn	3,8	3,6	4,0
25	Cát Bi	2,6	2,3	3,3
26	Sơn Tây	2,4	2,3	2,5
27	Hòa Bình	1,2	1,3	1,2
28	Nam Định	2,4	2,6	2,6
29	Ninh Bình	2,3	2,6	2,7
30	Nho Quan	2,1	2,1	2,1
31	Thanh Hóa	1,8	2,0	1,8
32	Yên Định	1,7	1,8	1,6
33	Hồi Xuân	1,4	1,5	1,4
34	Vinh	2,2	2,2	2,9
35	Tương Dương	1,2	1,6	0,9
36	Hà Tĩnh	1,8	1,9	2,0
37	Đồng Hới	2,6	3,0	2,9
38	Quảng Trị	7,4	6,5	9,4
39	Huế	3,5	3,6	3,3
40	Đà Nẵng	3,4	3,4	3,1
41	Quảng Ngãi	3,2	3,1	2,9
42	Quy Nhơn	3,8	4,0	3,5
43	Plâycu	4,0	4,3	3,3
44	Buôn Mê Thuột	3,9	5,5	2,7
45	Tuy Hòa	4,7	4,8	4,4
46	Nha Trang	2,9	3,2	2,8
47	Liên Khương	3,2	3,9	2,5
48	Bảo Lộc	2,7	2,6	2,7
49	Phan Thiết	4,9	5,7	4,3
50	Phước Long	3,3	3,7	3,5
51	Vũng Tàu	3,8	4,7	2,2
52	Sóc Trăng	4,1	4,3	3,4

1	2	3	4	5
53	Cần Thơ	3,6	3,4	3,4
54	Côn Sơn	4,1	5,1	2,9
55	Rạch Giá	3,6	3,0	3,1
56	Phú Quốc	4,0	3,8	3,5
57	Cà Mau	3,1	3,8	2,5
58	Hoàng Sa	5,0	5,8	3,9
59	TP. Hồ Chí Minh	2,9	2,6	2,8



Phụ lục 4a

**ÁP SUẤT RIÊNG CỦA HƠI NƯỚC BẢO HÒA (E) TRONG KHÔNG KHÍ
Ở ÁP SUẤT 755mmHg ỦNG VỚI NHIỆT ĐỘ ÂM,
TỪ $t = 0^{\circ}\text{C}$ ĐẾN $t = -20^{\circ}\text{C}$ (mmHg)**

t°	E	t°	E	t°	E	t°	E
0	4,58	-5,2	2,96	-10,2	1,91	-15,2	1,22
-0,2	4,51	-5,4	2,91	-10,4	1,88	-15,4	1,19
-0,4	4,44	-5,6	2,86	-10,6	1,84	-15,6	1,17
-0,6	4,36	-5,8	2,81	-10,8	1,81	-15,8	1,15
-0,8	4,3	-6	2,76	-11	1,78	-16	1,13
-1	4,22	-6,2	2,72	-11,2	1,75	-16,2	1,11
-1,2	4,15	-6,4	2,67	-11,4	1,72	-16,4	1,09
-1,4	4,08	-6,6	2,63	-11,6	1,69	-16,6	1,07
-1,6	4,01	-6,8	2,58	-11,8	1,66	-16,8	1,05
-1,8	3,95	-7	2,53	-12	1,63	-17	1,03
-2	3,88	-7,2	2,49	-12,2	1,6	-17,2	1,01
-2,2	3,82	-7,4	2,45	-12,4	1,57	-17,4	0,99
-2,4	3,75	-7,6	2,41	-12,6	1,55	-17,6	0,97
-2,6	3,69	-7,8	2,36	-12,8	1,52	-17,8	0,96
-2,8	3,63	-8	2,32	-13	1,49	-18	0,94
-3	3,57	-8,2	2,28	-13,2	1,46	-18,2	0,92
-3,2	3,51	-8,4	2,24	-13,4	1,43	-18,4	0,9
-3,4	3,45	-8,6	2,2	-13,6	1,41	-18,6	0,88
-3,6	3,39	-8,8	2,17	-13,8	1,38	-18,8	0,87
-3,8	3,34	-9	2,13	-14	1,36	-19	0,85
-4	3,28	-9,2	2,09	-14,2	1,34	-19,2	0,83
-4,2	3,22	-9,4	2,05	-14,4	1,31	-19,4	0,82
-4,4	3,17	-9,6	2,01	-14,6	1,29	-19,6	0,8
-4,6	3,11	-9,8	1,98	-14,8	1,26	-19,8	0,79
-4,8	3,06	-10	1,95	-15	1,24	-20	0,77
-5	3,01						

Phụ lục 4b

**ÁP SUẤT RIÊNG CỦA HƠI NƯỚC BẢO HÒA (E) TRONG KHÔNG KHÍ
Ở ÁP SUẤT 755mmHg ỦNG VỚI NHIỆT ĐỘ DƯƠNG,
TỪ 0° ĐẾN + 50°C (mmHg)**

t (°C)	Phần thập phân của nhiệt độ				
Phần nguyên	0	2	4	6	8
1	2	3	4	5	6
0	4,58	4,65	4,72	4,79	4,86
1	4,93	5,00	5,07	5,14	5,22
2	5,29	5,37	5,45	5,53	5,61
3	5,69	5,77	5,85	5,93	6,02
4	6,10	6,19	6,27	6,36	6,45
5	6,54	6,64	6,73	6,82	6,92
6	7,01	7,11	7,21	7,31	7,41
7	7,51	7,62	7,72	7,83	7,94
8	8,05	8,16	8,27	8,38	8,49
9	8,61	8,73	8,85	8,97	9,09
10	9,21	9,33	9,46	9,59	9,71
11	9,84	9,98	10,11	10,24	10,38
12	10,52	10,66	10,80	10,94	11,09
13	11,23	11,38	11,53	11,68	11,83
14	11,99	12,14	12,30	12,46	12,62
15	12,79	12,95	13,12	13,29	13,46
16	13,63	13,81	13,99	14,17	14,35
17	14,53	14,72	14,90	15,09	15,28
18	15,48	15,67	15,87	16,07	16,27
19	16,48	16,69	16,89	17,11	17,32
20	17,54	17,75	17,97	18,20	18,42
21	18,65	18,88	19,11	19,35	19,59

1	2	3	4	5	6
22	19,83	20,07	20,32	20,57	20,82
23	21,07	21,32	21,58	21,85	22,11
24	22,38	22,95	22,92	23,20	23,48
25	23,76	24,04	24,33	24,62	24,91
26	25,21	25,51	25,81	26,12	26,46
27	26,74	27,06	27,37	27,70	28,02
28	28,35	28,68	29,02	29,35	29,70
29	30,04	30,39	30,75	31,10	31,46
30	31,82	32,19	32,59	32,93	33,31
31	33,70	34,08	34,47	34,86	35,26
32	35,66	36,07	36,48	36,89	37,31
33	37,73	38,16	38,58	39,02	39,46
34	39,90	40,34	40,80	41,25	41,71
35	42,18	42,64	43,12	43,60	44,08
36	44,56	45,05	45,55	46,05	46,56
37	47,07	47,58	48,10	48,63	49,16
38	49,69	50,23	50,77	51,32	51,90
39	52,45	53,01	53,58	54,16	54,74
40	55,32	55,91	56,51	57,11	57,72
41	58,34	58,96	59,59	60,22	60,86
42	61,50	62,14	62,80	63,46	64,12
43	64,80	65,48	66,16	66,86	67,56
44	68,26	68,97	69,69	70,41	71,14
45	71,88	72,62	73,36	74,12	74,88
46	75,65	76,43	77,21	78,00	78,80
47	79,60	80,41	81,23	82,05	82,87
48	83,71	84,56	85,42	86,28	87,14
49	88,02	88,90	89,79	90,69	91,59
50	92,51				

Phụ lục 5

CHỈ TIÊU VẬT LÝ NHIỆT CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Số thứ tự	Vật liệu	Trọng lượng riêng (kg/m ³)	Hệ số dẫn nhiệt λ (kcal/m.h. độ)	Tỉ nhiệt C (kcal/kg. độ)	Hệ số dẫn nhiệt độ $\alpha \cdot 10^3$ (m ² /h)	Hệ số ổn định nhiệt (khi Z = 24 giờ) S (kcal/m ² .h. độ)	Hệ số xuyên âm $\mu \cdot 10^{-2}$ (g/m.h.mmHg)
1	2	3	4	5	6	7	8
	Vật liệu amiăng						
1	Tấm và bản xi măng amiăng	1900	0,30	0,20	0,79	5,45	0,35
2	Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	500	0,11	0,20	1,10	1,69	5,20
3	Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	300	0,08	0,20	1,13	1,12	
	Bê tông						
4	Ngói xi măng lưới thép	2500	1,75	0,20		14,13	
5	Bê tông cốt thép	2400	1,33	0,20	2,77	12,85	0,4*
6	Bê tông đá dăm	2200	1,10	0,29	2,50	11,20	0,6*
7	Bê tông gạch vỡ	1800	0,75	0,20	2,08	8,40	0,90
8	Bê tông xỉ	1500	0,60	0,19	2,10	6,65	1,20
9	Bê tông xỉ	1200	0,45	0,18	2,08	5,05	1,40
10	Bê tông xỉ	1000	0,35	0,18	1,95	4,05	1,80
11	Bê tông bọt hấp hơi nóng	1000	0,34	0,20	1,70	4,20	1,00
12	Bê tông bọt hấp hơi nóng	800	0,25	0,20	1,56	3,22	1,40
13	Bê tông bọt hấp hơi nóng	600	0,18	0,20	1,50	2,37	1,70
14	Bê tông bọt hấp hơi nóng	400	0,13	0,20	1,62	1,65	2,70
15	Bê tông bọt silicat hấp hơi nóng	800	0,25	0,20	1,56	3,22	2,45

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Bê tông bọt silicát hấp hơi nóng	600	0,18	0,20	1,50	2,36	2,85
17	Bê tông bọt silicát hấp hơi nóng	400	0,13	0,20	1,62	1,65	3,25
	Vật liệu thạch cao						
18	Tấm thạch cao ốp mặt tường	1000	0,20	0,20	0,83	3,30	0,72
19	Tấm và miếng thạch cao nguyên chất	1000	0,35	0,20	1,59	4,45	1,40
20	Bê tông thạch cao xi lò	1000	0,32	0,19	1,68	4,00	2,00
	Vật liệu đất và vật liệu nhét đầy						
21	Đất sét nén chặt và gạch đất sét	2000	0,80	0,20	2,00	9,10	1,30
22	Gạch mộc	1600	0,60	0,25	1,50	7,90	2,30
23	Đất phong hóa dưới công trình	1800	1,00	0,20	2,78	9,70	
24	Cát khô làm vật liệu nhét đầy	1600	0,50	0,20	1,56	6,45	2,20
25	Vật liệu nhét đầy bằng đất phong hóa, khô	1400	0,45	0,20	1,61	5,70	2,50
26	Đất silicát dùng để nhét đầy	600	0,15	0,20	1,25	1,84	4,00
27	Tấm cách nhiệt bằng than bùn	225	0,06	0,40	0,67	1,20	2,50
	Mảng gạch xây đặc						
28	Gạch thông thường xây với vữa nặng	1800	0,70	0,21	1,85	8,30	1,40
29	Như trên, xây với vữa nhẹ ($\gamma = 1400$)	1700	0,65	0,21	1,82	7,75	1,60
30	Gạch silicát xây với vữa nặng	1900	0,75	0,20	1,97	8,60	1,40
31	Gạch rỗng ($\gamma = 1300$) xây với vữa nhẹ ($\gamma = 1400$)	1350	0,50	0,21	1,76	6,05	2,00

1	2	3	4	5	6	7	8
32	Gạch nhiều lỗ xây với vữa nặng Vật liệu trát và vữa	1300	0,45	0,21	1,65	5,65	
33	Vữa xi măng và vữa trát xi măng	1800	0,80	0,20	2,22	8,65	1,20
34	Vữa tam hợp, vữa trát tam hợp	1700	0,75	0,20	2,21	8,15	1,30
35	Vữa vôi trát mặt ngoài	1600	0,75	0,20	2,34	7,90	1,80
36	Vữa xỉ nhẹ	1400	0,55	0,18	2,18	6,00	1,50
37	Vữa xỉ nhẹ	1200	0,45	0,18	2,08	5,05	1,80
38	Vữa vôi trát mặt trong	1600	0,60	0,20	1,88	7,05	1,80
39	Vữa vôi trát mặt ngoài tấm nan gỗ	1400	0,45	0,25	1,29	6,40	1,60
40	Vữa trát vôi trộn xỉ quặng	1200	0,40	0,19	1,76	4,85	1,80
41	Tấm ốp mặt bằng thạch cao	1000	0,20	0,24	0,83	3,50	0,72
42	Tấm sợi gỗ cứng ốp mặt Vật liệu xỉ	700	0,20	0,35	0,82	3,35	1,00
43	Xỉ lò	1000	0,25	0,18	1,39	3,40	2,60
44	Xỉ lò	700	0,19	0,18	1,51	2,50	2,90
45	Xỉ lò cao ở trạng thái hạt	500	0,14	0,18	1,56	1,81	3,00
46	Gạch xỉ Vật liệu cuộn	1400	0,50	0,18	1,98	5,75	
47	Giấy cát tông tốt	1000	0,20	0,35	0,57	4,25	
48	Giấy cát tông thường	700	0,15	0,35	0,61	3,10	
49	Giấy cát tông gọn sóng	150	0,055	0,35	1,05	0,87	
50	Giấy tấm dầu thông, nhựa đường, bitum hay hắc ín	600	0,15	0,35	0,71	2,85	
51	Thảm dùng trong nhà (thảm bông)	150	0,05	0,45	0,74	0,94	4,50
52	Thảm bông khoáng chất	200	0,06	0,18	0,67	0,75	6,50

1	2	3	4	5	6	7	8
53	Thảm bông khoáng chất Sản phẩm nông nghiệp	250	0,065	0,18	1,44	0,85	6,00
54	Trấu	250	0,18	0,448	1,59	1,21	
55	Cây lác	400	0,19	0,35	0,86	2,09	
56	Rơm	320	0,08	0,36	0,69	1,55	
57	Tấm ép bằng rơm	300	0,09	0,35	0,86	1,60	
58	Tấm ép bằng cây lác	360	0,09	0,36	0,69	1,74	
	Vật liệu thủy tinh						
59	Kính cửa sổ	2500	0,65	0,20	1,30	9,20	0
60	Sợi thủy tinh	200	0,05	0,20	1,25	0,72	6,50
61	Thủy tinh hơi và thủy tinh bột	500	0,14	0,20	1,40	1,90	0,30
62	Thủy tinh hơi và thủy tinh bột	300	0,10	0,20	1,67	1,25	0,30
	Vật liệu gỗ						
63	Gỗ thông và gỗ tùng ngang thớ	550	0,15	0,60	0,45	3,60	0,82
64	Như trên, dọc thớ	550	0,30	0,60	0,91	5,05	4,30
65	Mùn cưa	250	0,08	0,60	0,53	1,75	3,50
66	Mùn cưa có tấm thuốc chống mọt	300	0,11	0,55	0,67	2,15	3,50
67	Mùn cưa trộn với nhựa thông	300	0,10	0,45	0,74	1,90	3,30
68	Gỗ dán	600	0,15	0,60	0,42	3,75	0,30
69	Tấm bằng sợi gỗ ép	600	0,14	0,60	0,39	3,60	1,50
70	Tấm bằng sợi gỗ ép	250	0,065	0,60	0,43	1,60	3,20
71	Tấm bằng sợi gỗ ép	150	0,05	0,60	0,56	1,10	4,50
72	Tấm gỗ mềm (gỗ lie)	250	0,06	0,50	0,48	1,10	0,50
73	Tấm làm từ phế phẩm gỗ lie	150	0,05	0,45	0,74	0,94	0,60

1	2	3	4	5	6	7	8
	Vật liệu khác						
74	Tấm silicát bề mặt in hoa và tấm xi măng silicát in hoa	600	0,20	0,55	0,61	4,15	1,40
75	Như trên	400	0,14	0,55	0,64	2,83	1,40
76	Như trên	250	0,10	0,55	0,73	1,89	1,40

Chú thích: * Trị số $\mu = 0,40 - 0,60 \cdot 10^{-2}$ là thuộc về loại bê tông có độ đặc trung bình, đối với bê tông đặc hơn như bê tông đầm bằng máy rung thì μ nhỏ hơn.

- Đối với gỗ thì tùy theo diện tích khe nứt nhiều hay ít mà dùng các trị số khác nhau như sau:

Khi diện tích khe nứt chiếm tỉ lệ 1% thì $\mu = 0,9 \cdot 10^{-2}$

- nt - 3% thì $\mu = 1,2 \cdot 10^{-2}$

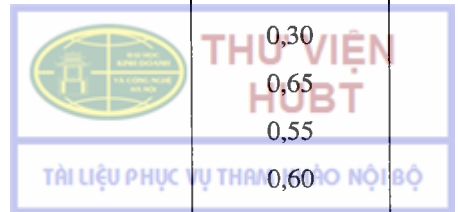
- nt - 5% thì $\mu = 1,5 \cdot 10^{-2}$



Phụ lục 6

HỆ SỐ HÚT BỨC XẠ MẶT TRỜI CỦA CÁC BỀ MẶT KẾT CẤU VÀ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Số thứ tự	Bề mặt, vật liệu và màu sắc	Hệ số ρ
1	2	3
1. Vật liệu		
1	Giấy trắng	0,20
2	Than bùn khô	0,64
3	Gốm hạt	0,8 - 0,85
4	Xi	0,81
2. Mặt tường		
5	Đá vôi mài nhẵn, màu sáng	0,35
6	Như trên, màu sẫm	0,50
7	Sa thạch màu vàng nâu	0,54
8	Sa thạch màu vàng thẫm	0,62
9	Sa thạch màu đỏ	0,73
10	Đá cẩm thạch mài nhẵn, màu trắng	0,30
11	Như trên màu sẫm	0,65
12	Đá granit mài nhẵn, màu xám nhạt	0,55
13	Đá granit màu xám, đánh bóng	0,60
14	Gạch trắng men, màu trắng	0,26
15	Như trên, màu nâu sáng	0,55
16	Gạch thông thường, có bụi bẩn	0,77
17	Như trên, màu đỏ mới	0,70 - 0,74
18	Gạch gốm ốp mặt, màu sáng	0,45
19	Mặt bê tông nhẵn phẳng	0,54 - 0,65
20	Mặt trát vữa, quét màu vàng - trắng	0,42
21	Như trên, màu sẫm	0,73



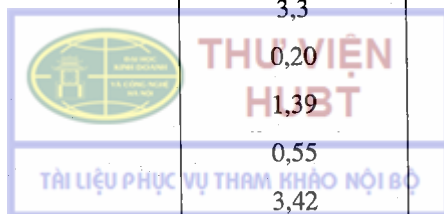
1	2	3
22	Như trên, màu trắng	0,40
23	Như trên, màu lam nhạt	0,59
24	Như trên, màu xi măng nhạt	0,47
25	Như trên, màu trắng như tuyết	0,32
26	Silicat hơi	0,56 - 0,59
27	Gỗ mộc	0,59
28	Gỗ sơn màu sẫm	0,77
29	Gỗ sơn màu vàng nhạt	0,60
30	Tre nhẵn bóng	0,43
31	Tre thông thường	0,60
3. Mặt mái		
32	Tấm fibrô xi măng mới, màu trắng	0,42
33	Như trên, sau 6 tháng sử dụng	0,61
34	Như trên, sau 12 tháng sử dụng	0,71
35	Như trên, sau khi quét lại bằng nước xi măng	0,59
36	Như trên, sau 6 năm sử dụng	0,83
37	Tấm bông khoáng gọn sóng	0,61
38	Tấm bông khoáng màu nâu sáng nhạt	0,53
39	Giấy dầu lợp nhà, để thô	0,91
40	Như trên, rắc hạt khoáng phủ mặt	0,84
41	Như trên, rắc hạt cát màu xám	0,88
42	Như trên, rắc hạt cát màu sẫm	0,90
43	Tôn, màu sáng	0,80
44	Tôn, màu đen	0,86
45	Ngói màu đỏ hay màu nâu	0,65 - 0,72
46	Ngói xi măng màu xám	0,65
47	Thép đánh bóng hay mạ màu trắng	0,45
48	Như trên, màu xanh	0,76
49	Thép tráng kẽm, mới	0,64
50	Như trên, bị bắn bụi	0,90

1	2	3
51	Nhôm không làm bóng	0,52
52	Nhôm đánh bóng	0,26
4. Mặt quét sơn		
53	Sơn màu đỏ sáng (màu hồng)	0,52
54	Sơn màu xanh da trời	0,64
55	Sơn bằng chất coban, màu xanh sáng	0,58
56	Như trên, màu tím	0,83
57	Sơn màu vàng	0,44
58	Sơn màu đỏ	0,63
5. Mặt vỉa hè và mặt đường		
59	Atphan mới	0,89
60	Atphan cũ	0,67
61	Bê tông xi	0,89
62	Đá dăm granit	0,80
63	Cát lẫn sỏi	0,66
64	Cát ẩm ướt	0,80
65	Đá sỏi granit	0,67
6. Vật liệu xuyên sáng		
66	Màng polyclovinin dày 0,1mm	0,096
67	Màng polyamit AFF dày 0,08mm	0,164
68	Màng polyetylen dày 0,085mm	0,109
69	Kính dày 7mm	0,076
70	Kính cửa dày 4,5mm	0,04
71	Kính có chất hút nhiệt bề mặt, dày 6mm	0,306
72	Kính ánh, dày 17mm	0,02
73	Kính hữu cơ không màu sắc, dày 1,2mm	0,123
74	Như trên, màu vàng, dày 2,7mm	0,46
75	Như trên, màu xanh, dày 1,4mm	0,34

Phụ lục 7
HỆ SỐ BỨC XẠ C CỦA VẬT LIỆU

Số thứ tự	Vật liệu	Hệ số C (kcal/ m ² h)
1	2	3
1	Các tông sợi đá mặt xù xì	4,75 - 4,76
2	Tấm bê tông khoáng xù xì	4,26 - 4,76
3	Đá bazan mài nhẵn	3,42
4	Bê tông xù xì	3,10
5	Bê tông xỉ lò cao sần sùi	2,93
6	Mặt đá dăm tương đối phẳng	1,4
7	Đá tảng nhẵn	3,29
8	Đá granit nhẵn	2,10
9	Đá dolômit nhẵn	2,0
10	Đá hoa nhẵn	4,6
11	Diệp thạch nhẵn	3,30
12	Mica nhẵn	3,70
13	Cát phẳng	3,62
14	Sa thạch màu đỏ, nhẵn	2,90
15	Bê tông xỉ màu xám đen, xù xì	4,46
16	Tấm panen keramzit màu trắng	3,87
17	Như trên, màu nâu	3,32
18	Như trên, màu vàng	3,92
19	Bê tông bột	2,93
20	Bê tông hơi	2,83
21	Gạch nung màu đỏ	4,61 - 4,7
22	Gạch tráng men	2,88
23	Đá thạch anh, sần sùi	4,61
24	Đá vôi xếp gỗ ghè, màu trắng	4,50

1	2	3
25	Khối gạch xây đã trát vữa	4,66
26	Tường xây gạch không trát	4,36
27	Phần đục màu	1,45
28	Thạch cao sẵn sùi	3,97 - 4,5
29	Đất thông thường đã được cày lên	1,8
30	Đất mùn gỗ ghề	3,10
31	Vữa trát tam hợp	4,30
32	Vữa xi măng	3,85
33	Đất sét	1,85
34	Nhôm nhẵn	0,26
35	Sơn nhôm	1,98 - 2,1
36	Hợp kim nhôm đồng	2,98
37	Thép lá cũ	1,39
38	Thép lá trắng kẽm bị ôxy hóa	1,39
39	Thép nhẵn bóng sáng	0,2 - 0,29
40	Sắt tây màu trắng, cũ	1,39
41	Đồng nhôm thường, mài nhẵn bóng	0,35
42	Đồng đen bị ôxy hóa	3,9
43	Đồng đỏ	3,3
44	Thiếc	0,20
45	Thép lá trắng kẽm không bóng	1,39
46	Thép lá mạ kẽm	0,55
47	Thép lá bị gỉ	3,42
48	Thép lá dát mỏng	3,22
49	Nhôm lá	1,59
50	Tấm kẽm không bóng	0,97
51	Tồn lợp nhà không nhẵn	4,52 - 4,43
52	Chì	1,4
53	Gang	4,39
54	Than	4,0



1	2	3
55	Phôtpho	4,56 - 4,44
56	Kính cửa sổ	4,65
57	Kính gương tráng thủy ngân	0,098
58	Giấy đục mờ	4,62
59	Mặt nước phẳng lặng	4,75 - 4,52
60	Gỗ thông bào nhẵn	3,82
61	Gỗ sồi bào nhẵn	4,44
62	Sàn gỗ gắn bằng mattit	4,40
63	Cao su đen	4,69
64	Cao su màu xám	4,25
65	Mô hống bám trên tường	4,76
66	Muội đèn	4,71
67	Vải dày	3,67
68	Thảm len	3,72
69	Mặt cửa	3,53
70	Sơn dầu	3,97
71	Giấy dầu lợp mái nhà	4,52
72	Gạch silicát xù xì	4,7
73	Gạch tráng men, nhẵn	3,30



SÁCH THAM KHẢO

1. Батурий В. В, Эльтерман В. М. *Аэрация промышленных зданий* Стройиздат' М. 1953.
2. Богословский В. Н. *Строительная теплофизика*. Изд "Высшая школа", М. 1970.
3. Богословский В. Н. *Тепловой режим здания*. Стройиздат, М. 1980.
4. Витт Н. К. *Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение*. Госуд. Мед. Изд. УССР, Киев 1956.
5. Гусев Н. М. *Строительная физика*. Стройиздат, М. 1975.
6. Ильинский В. М. *Строительная теплофизика*. Изд "Высшая школа", М. 1974.
7. Кореньков В. Е. *Основа природно - климатической типологии жилищ*. М. 1963.
8. Лыков А. В. *Теоритические основы строителной физики*. Изд. А. В. БССР, Минск 1961.
9. Пекер Я. Д. *Улучшение микроклимата жилых и общественных зданий*, Киев - 1964.
10. Реттер Э. И. Стриженов С.И. *Аэродинамика зданий*, Стройиздат, М. 1968.
11. Фирсанов В. М. *Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата*. Изд "Высшая школа", М. 1971.
12. Фокин К. Ф. *Строительная теплотехника ограждающих частей зданий*. Стройиздат, М. 1954.
13. Шкловер. А. М. *Теплопередача периодических тепловых воздействий*, М. Л. Госэнер - 1952.
14. Шкловер. А. М. Васильев Б. Ф Ушков Ф. В. *Основы строителной теплотехники жилых и общественных зданий*. Стройиздат, М. 1952.
15. Aronin J. *Climate and architecture*. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1953.

16. Givoni B. *Estimation of the effect of climate on the man*, Haifa - 1963.
17. Rougers T. S. *Thermal Design of Buildings*. New York - London - Sydney, 1964.
18. Phạm Ngọc Đăng. *Vật lí kiến trúc*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội - 1966.
19. Phạm Ngọc Đăng. *Cơ sở khí hậu học của thiết kế kiến trúc*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1981.
20. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc. *Khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1978.
21. Bộ Xây dựng. Tuyển tập **Tiêu chuẩn xây dựng của Việt Nam. Số liệu khí hậu dùng trong thiết kế xây dựng TCVN 4088 : 1985**. Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội 1997.
22. Vương Quốc Mỹ. *Khí hậu và nhà ở*. UBXD CBNN, Hà Nội, 1966.
23. R. Mc Mullan. *Environmental Science in Building*. Third Edition. Published by the Macmillan Press Ltd. London, 1992
24. Phạm Ngọc Đăng, Trần Việt Liên. *Môi trường khí hậu* (Giáo trình cao học). Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 1994.
25. Trịnh Xuân Minh, Hoàng Hành Mỹ. *Phương pháp tính toán và thiết kế nền nhà chống nồm*. Tập công trình khoa học "Môi trường đô thị, công nghiệp và nông thôn". Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam - Đại học Kiến trúc Hà Nội - Viện Nghiên cứu KHKT Bảo hộ Lao động. Hà Nội tháng 4 - 2000.
26. Phạm Hải Hà. *Luận án thạc sĩ kiến trúc. Nghiên cứu hiệu quả về vi khí hậu của một số giải pháp kiến trúc trong nhà ống ở Hà Nội*. Đại học Xây dựng Hà Nội, 2000
27. Trần Ngọc Chấn. *Kỹ thuật thông gió*, Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội 1998.
28. Phạm Đức Nguyên, Nguyễn Thu Hoà, Trần Quốc Bảo. *Các giải pháp kiến trúc khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội - 2000.
29. Viện Nghiên cứu Kiến trúc. *Kiến trúc và khí hậu nhiệt đới Việt Nam*. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội 1997.

30. Phạm Ngọc Đăng (chủ trì) và nnk. *Báo cáo đề tài NCKH "Mái nhà phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới"*. Hà Nội - 1987. UBKH&KTNN cấp giấy chứng nhận quyền tác giả, số 87-52-014, ngày 26-01-1988.

31. Trần Việt Liễn. *Phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam*. Tập báo cáo công trình NCKH, Hội nghị Khoa học lần thứ II. Viện Khí tượng Thủy văn, 1986.

32. Hoàng Huy Thắng. *Thiết kế kiến trúc ở môi trường khí hậu nóng ẩm*. Nhà xuất bản Đại học và GDCN. Hà Nội - 1991.

33. Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường. *Báo cáo Hiện trạng Môi trường Việt Nam*, năm 1999 và 2000.



MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Mở đầu	5
Chương 1: KHÍ HẬU NGOÀI NHÀ VÀ ĐẶC ĐIỂM KHÍ HẬU CÁC VÙNG CỦA VIỆT NAM	
1.1. Các yếu tố khí hậu ngoài nhà	8
1.2. Đặc điểm khí hậu Việt Nam	48
1.3. Phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam	75
Chương 2: VI KHÍ HẬU VÀ CON NGƯỜI	
2.1. Vi khí hậu trong công trình kiến trúc	82
2.2. Tác động của các yếu tố vi khí hậu đến cảm giác nhiệt của con người	83
2.3. Điều kiện tiện nghi nhiệt của vi khí hậu	88
2.4. Điều kiện tính toán vi khí hậu ở trong phòng và phương hướng giải quyết vi khí hậu ở nước ta	95
Chương 3: TRUYỀN NHIỆT ỔN ĐỊNH VÀ THIẾT KẾ CÁCH NHIỆT CHỐNG RÉT TRONG MÙA LẠNH	
3.1. Khái niệm cơ bản về truyền nhiệt	101
3.2. Nhiệt truyền ổn định qua kết cấu ngăn che	112
3.3. Thiết kế cách nhiệt cho kết cấu ngăn che theo yêu cầu chống lạnh	119
Chương 4: TRUYỀN NHIỆT DAO ĐỘNG VÀ THIẾT KẾ CÁCH NHIỆT CHỐNG NÓNG TRONG MÙA NÓNG	
4.1. Truyền nhiệt dao động điều hòa qua kết cấu ngăn che	124
4.2. Truyền nhiệt dao động qua kết cấu ngăn che trong điều kiện mùa nóng	135
	325

4.3 Truyền nhiệt dao động qua kết cấu có tầng không khí lưu thông	140
4.4. Yêu cầu cách nhiệt đối với kết cấu ngăn che trong điều kiện mùa nóng	147
4.5. Cấu tạo mái và tường ngoài cách nhiệt	151

Chương 5: TRẠNG THÁI ẨM ƯỚT VÀ ĐỘ BỀN LÂU CỦA KẾT CẤU NGĂN CHE

5.1. Trạng thái ẩm ướt của kết cấu ngăn che	169
5.2. Tính truyền ẩm theo lí thuyết thể ẩm	181
5.3. Tác động xâm thực của môi trường lên kết cấu ngăn che	184
5.4. Độ bền lâu của kết cấu ngăn che	186

Chương 6: THIẾT KẾ CHE NẮNG VÀ CHIẾU NẮNG

6.1. Tác dụng của bức xạ mặt trời	192
6.2. Những yêu cầu đối với thiết kế che và chiếu nắng	194
6.3. Thiết kế kết cấu che nắng	196
6.4. Xác định diện tích nắng chiếu vào phòng	212
6.5. Xác định bóng đổ của vật kiến trúc	214
6.6. Tính lượng nhiệt truyền qua cửa vào phòng trong mùa nóng	215

Chương 7: THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN

7.1. Sự hình thành gió tự nhiên trong nhà	223
7.2. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng thông gió tự nhiên của công trình	226
7.3. Chọn hướng nhà	230
7.4. Tổ chức thông gió tự nhiên trong quy hoạch tiểu khu xây dựng	233
7.5. Tổ chức thông gió tự nhiên trong nhà dân dụng	240
7.6. Thông gió và vi khí hậu trong kiến trúc nhà ống	247
7.7. Tổ chức thông gió tự nhiên trong nhà công nghiệp	258
7.8. Thông gió cho nhà xây dựng ở vùng có gió phơn nóng (gió "Lào")	262

Chương 8: THIẾT KẾ NỀN NHÀ CHỐNG "NỒM"

8.1. Hiện tượng nồm	267
8.2. Nguyên tắc chống nồm cho nền nhà	268

8.3. Phương pháp tính toán khả năng chống nổi của nền nhà có cấu tạo nhiều lớp	269
8.4. Thiết kế nền nhà chống nổi	270
8.5. Chiều dày hợp lý của các lớp cấu tạo nền nhà có khả năng chống nổi	272
8.6. Thi công và giám sát chất lượng nền nhà chống nổi	276

Chương 9: CÂY XANH CẢI THIẾN VI KHÍ HẬU

9.1. Tác dụng giảm bức xạ	278
9.2. Tác dụng đối với nhiệt độ và độ ẩm không khí	280
9.3. Ảnh hưởng của cây xanh đối với gió	281
9.4. Tác dụng của cây xanh đối với chất lượng môi trường không khí	281
9.5. Tổ chức hệ thống cây xanh trong thành phố	284
9.6. Một số điểm chú ý khi thiết kế vườn cây	289

Phụ lục 1. Đường chuyển động biểu kiến của mặt trời ở một số địa phương	293
---	-----

Phụ lục 2a. Nhiệt độ ở các địa phương	296
---------------------------------------	-----

Phụ lục 2b. Độ ẩm ở các địa phương	299
------------------------------------	-----

Phụ lục 2c. Số liệu mưa ở các địa phương	302
--	-----

Phụ lục 3. Tốc độ gió ở các địa phương	305
--	-----

Phụ lục 4. Áp suất riêng của hơi nước bão hòa trong không khí	308
---	-----

Phụ lục 5. Chỉ tiêu vật lý của vật liệu xây dựng	311
--	-----

Phụ lục 6. Hệ số hút bức xạ mặt trời của các bề mặt kết cấu và vật liệu xây dựng	316
--	-----

Phụ lục 7. Hệ số bức xạ C của vật liệu	319
--	-----

Sách tham khảo	322
----------------	-----

NHIỆT VÀ KHÍ HẬU KIẾN TRÚC

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập :

ĐÌNH VĂN ĐỒNG

Sửa bản in :

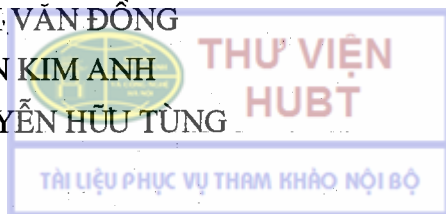
ĐÌNH VĂN ĐỒNG

Chế bản :

TRẦN KIM ANH

Trình bày bìa :

NGUYỄN HỮU TÙNG



In 200 cuốn khổ 17 x 24cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 120-2014/CXB/531-04/XD ngày 16-01- 2014. Quyết định xuất bản số 123-2014/QĐ-XBXD ngày 19-6-2014. In xong nộp lưu chiểu tháng 7 -2014.