

KẾT CẤU BAO CHE CHỐNG NÓNG TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VIỆT NAM: LÝ THUYẾT VÀ ỨNG DỤNG

TS. NGUYỄN ĐỨC TOÀN

Trường đại học Xây dựng miền Trung

Tóm tắt: Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm, cường độ bức xạ mặt trời mạnh, giải pháp chọn kết cấu ngăn che chống nóng có khả năng ổn định nhiệt cao dựa trên cơ sở lý thuyết dao động nhiệt và ổn định nhiệt như hiện nay tại Việt Nam là chưa thật sự hợp lý. Cần nghiên cứu giải pháp chọn kết cấu bao che chống nóng dựa trên cơ sở lý thuyết phù hợp với quy luật biến thiên nhiệt độ thực tế trong kết cấu khi chịu tác động mạnh của quá trình tăng sau đó giảm cường độ bức xạ mặt trời.

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển kinh tế xã hội, điều kiện sống của con người ngày một cải thiện, nhu cầu có môi trường không khí tiện nghi trong nhà phù hợp với điều kiện sống, nghỉ và làm việc cho con người là đòi hỏi tất yếu hiện nay. Điều kiện tiện nghi cho người có hai loại:

- Điều kiện tiện nghi tổng thể: Điều kiện tạo sự cân bằng nhiệt của toàn bộ cơ thể người phụ thuộc vào bốn yếu tố là: Nhiệt độ, độ ẩm tương đối, vận tốc chuyển động của không khí và chế độ chiếu sáng (kể cả chiếu nắng);

- Điều kiện tiện nghi cục bộ: Điều kiện liên quan đến một bộ phận của cơ thể tiếp xúc hay ở gần các bề mặt nóng lạnh có trong phòng. Đây là điều kiện giới hạn về nhiệt độ của các bề mặt vật rắn có trong nhà. Về mùa hè, trong tòa nhà dân dụng, điều kiện tiện nghi cục bộ thường liên quan đến nhiệt độ giới hạn của bề mặt tường, trần phía trong nhà.

Để thỏa mãn điều kiện tiện nghi tổng thể, tại Việt Nam hiện nay, thường sử dụng công nghệ điều hòa không khí để làm lạnh (chống nóng) hoặc sưởi ấm (chống lạnh) môi trường không khí trong nhà. Tuy nhiên, nếu chỉ dùng công nghệ điều hòa nhiệt độ mà không có kết cấu bao che cách nhiệt, chống nóng phù hợp đối với mỗi loại công trình thì dưới tác động của dòng bức xạ mặt trời mạnh trong mùa hè, yêu cầu hệ thống điều hòa không khí phải có công suất làm lạnh đủ lớn (kèm theo đó là chi phí vận hành tăng) mới giữ được nhiệt độ không khí thỏa mãn theo điều kiện tiện nghi tổng thể và đảm bảo nhiệt độ mặt tường trong nhà theo điều kiện tiện nghi cục bộ. Như vậy, giải pháp lựa chọn kết cấu bao che chống nóng cho các công trình hợp lý không những đảm bảo điều kiện tiện nghi mà nó còn góp phần quan trọng trong việc tiết kiệm năng lượng trong suốt quá trình sử dụng công trình.

2. Phân tích lý thuyết ứng dụng

2.1 Đặc điểm bức xạ mặt trời

Như chúng ta đã biết, dòng bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất gồm hai phần: Trực xạ và tán xạ

a) *Trực xạ*: Trực xạ là phần bức xạ mặt trời do các tia sáng xuyên qua khí quyển chiếu trực tiếp xuống mặt đất. Khi xuyên qua khí quyển, một phần năng lượng của tia bức xạ mặt trời bị những đám mây khúc xạ, hấp thụ. Trời càng nhiều mây, mức độ khúc xạ, hấp thụ càng mạnh, dòng trực xạ càng giảm. Cường độ dòng trực xạ phụ thuộc vào vị trí của mặt trời (góc cao mặt trời) và phương, hướng của bề mặt hấp thụ.

b) *Tán xạ*: Tán xạ là dòng bức xạ khúc xạ của bầu trời chiếu xuống mặt đất. Cường độ tán xạ phụ thuộc vào lượng mây và dạng mây (mây tầng thấp, tầng cao,...). Khi khí hậu ẩm, lượng mây nhiều, dòng tán xạ lớn hơn khi khí hậu nóng khô, bầu trời trong. Dòng bức xạ hầu như không phụ thuộc vào góc cao mặt trời và phương (Nam, Bắc, Đông, Tây) của mặt hấp thụ.

Số liệu phân bố dòng bức xạ mặt trời của Hà Nội theo số liệu của cơ quan khí tượng thủy văn thể hiện trong bảng 1 (giá trị dòng trực xạ được tính bằng cách lấy giá trị dòng tổng xạ trừ đi giá trị dòng tán xạ).

Bảng 1. Bức xạ mặt trời ngày trung bình tháng của Hà Nội (vĩ độ 21) (Wh/m².ngày)

Tháng	Tổng xạ	Tán xạ	Trực xạ	Tỷ lệ tán xạ/ tổng xạ %
1	2326,00	1800,77	525,23	77%
2	2367,54	1910,64	456,89	80,7%
3	2476,06	2063,39	412,68	83,3%
4	3411,47	2597,37	814,10	76%
5	5214,74	3038,81	2175,94	58,3%
6	5311,03	3256,40	2054,63	61,3%
7	5402,32	2926,26	2476,06	54,2%
8	4914,61	2851,23	2063,39	58%
9	4768,30	2597,37	2170,93	54,5%
10	4201,81	2288,48	1913,32	54,5%
11	3450,23	2054,63	1395,60	59,6%
12	3001,29	1838,29	1163,00	61,2%

Tại Việt Nam, theo số liệu của cơ quan khí tượng thủy văn, tại hầu hết các địa phương, tương tự như tại Hà Nội, dòng tán xạ thường lớn hơn dòng trực xạ [4]. Do vậy, trong điều kiện khí hậu Việt Nam, cần chọn kết cấu bao che ở tất cả các hướng có khả năng chống được cả dòng trực xạ và dòng tán xạ bầu trời tác dụng lên mặt tường ngoài chứ không chỉ đối với các vách tường phía Đông hoặc tường phía Tây chịu tác động trực tiếp của dòng trực xạ chiếu lên nó.

2.2 Phân tích lý thuyết

Hiện nay tại Việt Nam, khi tính toán thiết kế kết cấu bao che chống nóng chủ yếu dựa vào lý thuyết truyền nhiệt dao động và lý thuyết ổn định nhiệt của O. E Vlastov, L.A Xemênov và A.M Sklover [1]. Nội dung chính của lý thuyết này:

Do sự biến thiên của khí hậu tuân theo quy luật ngày đêm, nên cũng coi sự biến thiên chế độ nhiệt của môi trường không khí là chế độ nhiệt dao động theo chu kỳ. Vì vậy, để chống nóng trong mùa hè, kết cấu bao che cần có khả năng giữ nhiệt độ tương đối ổn định khi dòng nhiệt của nó dao động theo chu kỳ ngày đêm (24 giờ) hoặc chu kỳ sáng chiều (12 giờ). Đại lượng vật lý đặc trưng cho khả năng giữ nhiệt độ ổn định của kết cấu khi chế độ truyền nhiệt dao động qua kết cấu là hệ số tắt dần dao động (ν) (tỷ số giữa biên độ dao động nhiệt độ mặt ngoài và biên độ dao động nhiệt độ mặt trong của kết cấu) và độ trễ dao động (ϵ) (Thời gian chênh lệch giữa pha dao động của nhiệt độ mặt trong với pha dao động nhiệt độ ngoài nhà). Khi hệ số tắt dần dao động càng lớn, biên độ dao động tại mặt trong kết cấu càng nhỏ và pha dao động nhiệt độ tại mặt trong nhà của kết cấu càng giảm. Độ trễ dao động càng lớn thì thời gian tác động của nó đến mặt trong kết cấu càng chậm. Như vậy, yêu cầu kết cấu bao che chống nóng phải có tính ổn định nhiệt cao để giảm sự tác động của dao động nhiệt ngoài nhà đến môi trường không khí trong nhà.

Khi đó “Tính nhiệt kỹ thuật cho kết cấu ngăn che khi nhiệt truyền dao động chủ yếu là xác định hai đại lượng này” [1].

Trong lý thuyết ổn định nhiệt, coi quá trình biến thiên trường nhiệt là chế độ nhiệt dao động điều hòa. Đại lượng vật lý thể hiện sức chống lại dao động nhiệt của bề mặt các lớp vật liệu (kết cấu) được gọi là hệ số hàm nhiệt bề mặt. Khi độ dày lớp kết cấu chứa được trên $\frac{1}{4}$ bước sóng dao động nhiệt được gọi là kết cấu “dày” thì hệ số hàm nhiệt bề mặt chỉ phụ thuộc vào đại lượng được gọi là hệ số hàm nhiệt của vật liệu ký hiệu là S và được xác định theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{2\pi}{T} \cdot C_p \cdot \rho \cdot \lambda} \quad (\text{KJ/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) \quad (1)$$

Trong đó: T - Chu kỳ dao động của nhiệt độ - giờ;

C_p - Nhiệt dung riêng khối lượng của vật liệu –KJ/kg. $^{\circ}$ C;

p – Khối lượng riêng của vật liệu – kg/m 3 ;

λ – Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu - KJ/m 2 . h. $^{\circ}$ C.

Hệ số tắt dần dao động (v) và độ trễ dao động (ε) truyền qua các lớp kết cấu chủ yếu phụ thuộc vào tích số hệ số hàm nhiệt S và nhiệt trở của lớp đó. Đại lượng này được gọi là chỉ số nhiệt quán tính, ký hiệu là D và xác định theo công thức:

$$D = \sum_{i=1}^m R_i S_i \quad (2)$$

Hệ số tắt dần dao động mặt ngoài của kết cấu “dày”: $v_n = 1 + D_n$.

Hệ số tắt dần dao động của kết cấu đặc, “dày”, nhiều lớp:

$$v_0 = 0,9 \cdot e^{\frac{D}{\sqrt{2}}(1 + D_n)} \dots \frac{S_i + S_{i+1}}{2S_i} \cdot \frac{S_m + \alpha_t}{2S_m} \quad (3)$$

Đối với kết cấu một lớp đủ “dày”.

$$v_0 = 0,9 \cdot e^{\frac{D}{\sqrt{2}}(1 + D_n)} \quad (4)$$

Các công thức trên chứng tỏ rằng: Hệ số tắt dần dao động của kết cấu tăng khi nhiệt dung riêng của nó tăng và ngược lại. Hay nói cách khác: khả năng tích nhiệt của kết cấu càng cao, hệ số tắt dần dao động của chúng càng lớn.

Trên cơ sở lý thuyết này, đề ra tiêu chuẩn chọn kết cấu bao che chống nóng phải có hệ số tắt dần dao động (v) và độ trễ dao động (ε) có trị số nằm trong giới hạn quy định. Theo lý thuyết nhiệt dao động điều hòa, tính lượng nhiệt truyền vào nhà qua kết cấu bao che khi có bức xạ mặt trời thường sử dụng khái niệm nhiệt độ tổng ngoài nhà do A.M Sklover đề xuất. Cơ sở của đề xuất này là: Trong mùa nóng, ngoài tác dụng của nhiệt độ không khí ngoài nhà, nhiệt độ bề mặt kết cấu ngăn che còn chịu tác dụng của bức xạ mặt trời, khi đó mật độ dòng nhiệt do mặt kết cấu nhận được xác định theo công thức:

$$q = \alpha_n (t_n - \tau_n) + \varepsilon l \quad (W/m^2) \quad (5)$$

hay
$$q = \alpha_n \left(t_n + \frac{\varepsilon l}{\alpha_n} - \tau_n \right) \quad (W/m^2) \quad (6)$$

Đại lượng $t_{mg} = \left(t_n + \frac{\varepsilon l}{\alpha_n} \right)$ được gọi là nhiệt độ tổng ngoài nhà.

Trong đó: α_n – Hệ số tỏa nhiệt mặt ngoài nhà (W/m 2 . $^{\circ}$ C);

ε – Hệ số hấp thụ bức xạ của bề mặt kết cấu;

l – Cường độ tổng bức xạ mặt trời (W/m 2)

t_n, τ_n - Nhiệt độ tương ứng của không khí và bề mặt kết cấu ($^{\circ}$ C).

Khi đó, mật độ dòng nhiệt được xác định theo công thức:

$$q = \alpha_n (t_{mg} - \tau_n) \quad (W/m^2) \quad (7)$$

Trong công thức này đã không tính bản chất của kết cấu và tốc độ thay đổi entropy của kết cấu (nhiệt độ bản thân kết cấu thay đổi). Tuy nhiên, trong thực tế, do tác động của sự biến thiên cường độ bức xạ mặt trời trong ngày, kết cấu bị đốt nóng sau đó được làm nguội nên khả năng dẫn nhiệt và sự biến thiên của entropy

của kết cấu (khả năng dẫn nhiệt thể hiện bằng hệ số: $a = \lambda / C_p \cdot \rho$) có ảnh hưởng trực tiếp đến mật độ dòng nhiệt cực đại truyền vào nhà và thời điểm xuất hiện trị số cực đại của dòng nhiệt. Trong mọi trường hợp, mật độ dòng nhiệt cực đại truyền vào trong nhà không trùng với thời điểm cường độ bức xạ mặt trời cực đại (do quán tính nhiệt của kết cấu). Do vậy, việc xác định công suất máy điều hòa nhiệt độ lắp đặt cho công trình theo nhiệt độ tổng ngoài nhà (công thức 7) không đủ độ chính xác cần thiết.

Nhận xét:

* Trong công trình không được điều hòa nhiệt độ, chức năng chính của kết cấu bao che chống nóng là chống tác dụng của bức xạ mặt trời và sự biến thiên nhiệt độ môi trường ngoài trời đến môi trường trong nhà để nhiệt độ không khí trong nhà ổn định, gần bằng nhiệt độ không khí tự nhiên ngoài trời. Với chức năng này, yêu cầu kết cấu bao che phải có tính ổn định nhiệt cao.

Tuy nhiên, khi kết cấu có tính ổn định nhiệt cao thì khi ngoài nhà đã mát, mặt tường trong nhà vẫn còn nóng, có khi chiều tối hay giữa đêm nhiệt độ mặt trong của tường vẫn còn nóng (do độ trễ dao động). Do vậy, dù hết nắng, nhiệt độ ngoài nhà đã mát nhưng không khí trong nhà vẫn còn nóng do nhiệt tỏa ra từ kết cấu bao che vào phòng. Kết cấu càng có khả năng ổn định nhiệt lớn ($C_p \cdot \rho$ lớn), thời gian kết cấu được làm nguội càng chậm. Hệ quả là môi trường trong nhà bị nóng lâu hơn. Như vậy, việc chọn kết cấu bao che có khả năng ổn định nhiệt cao dựa trên cơ sở lý thuyết nhiệt dao động và lý thuyết ổn định chưa phải là giải pháp tối ưu, đặc biệt đối với các công trình nhà ở khi kết cấu có tính ổn định nhiệt cao, buổi sáng có thể giữ cho môi trường trong nhà chậm bị nóng (thời gian mọi người thường ra khỏi nhà đi làm) nhưng chiều, tối (thời gian mọi người thường tập trung ở nhà) nhiệt độ trong nhà vẫn còn nóng do độ trễ dao động. Có khi thời gian bị nóng kéo dài đến đêm khuya rất bất tiện, phải chạy quạt làm mát (tiêu tốn điện năng) ngay cả khi đêm đã khuya.

Trong thực tế, hiện tượng môi trường trong nhà bị nóng kéo dài đến chiều tối trong những ngày nắng, nóng dễ dàng quan sát được tại các tòa nhà có các tường ngoài chịu tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời.

* Khi môi trường trong nhà được điều hòa nhiệt độ, chức năng chính của kết cấu bao che là giảm thiểu tổng nhiệt lượng truyền vào nhà trong ngày để giảm tiêu hao điện năng, tiết kiệm chi phí vận hành. Nếu kết cấu có tính ổn định nhiệt cao, có khi đến chiều tối hay giữa đêm nhiệt độ mặt trong của tường mới đạt đến trị số cực đại (do trễ pha dao động) và nhiệt thừa vẫn tiếp tục truyền vào nhà. Hệ quả là tổng nhiệt lượng truyền vào nhà tăng, thời gian chạy máy điều hòa bị kéo dài, tiêu hao thêm điện năng. Như vậy, chọn kết cấu bao che có khả năng tích tụ nhiệt cao cho loại công trình này cũng không thật sự hợp lý.

* Khi có bức xạ mặt trời, sự thay đổi entropy của kết cấu có ảnh hưởng rất lớn đến mật độ dòng nhiệt và tổng nhiệt lượng truyền vào nhà trong ngày nhưng trong lý thuyết này đã không được tính đến (công thức 5, 7). Sự thiếu sót này có thể dẫn đến việc chọn công suất lắp đặt và chế độ làm việc của hệ thống điều hòa nhiệt độ không hợp lý làm lãng phí vốn đầu tư, tiêu hao thêm điện năng.

* Việc tính toán áp dụng lý thuyết này trong thực tế Việt Nam hiện nay gặp không ít khó khăn do vật liệu sử dụng làm kết cấu bao che trong các công trình đã và đang xây dựng rất đa dạng, các thông số vật lý của vật liệu mới thường chưa được xác định một cách chính xác, số liệu chưa được chuẩn hóa nên khó đảm bảo độ tin cậy cần thiết. Do vậy, để việc chọn lựa kết cấu theo đúng yêu cầu phải tiến hành thí nghiệm rất tốn thời gian và kinh phí.

3. Kết luận

Chọn kết cấu bao che chống nóng khi có bức xạ mặt trời mạnh dựa trên cơ sở lý thuyết nhiệt dao động chỉ thỏa mãn một phần cho loại công trình xây dựng (nhà làm việc) không được điều hòa nhiệt độ nhân tạo. Đối với loại công trình có môi trường trong nhà được điều hòa nhiệt độ, việc chọn kết cấu bao che chống nóng cần dựa trên cơ sở lý thuyết khác phù hợp với bản chất chế độ nhiệt của kết cấu khi chịu tác dụng của dòng bức xạ mặt trời.

Cơ sở lý thuyết phục vụ việc thiết kế kết cấu bao che chống nóng trong điều kiện khí hậu Việt Nam, theo tác giả là lý thuyết trường nhiệt không ổn định (nhiệt độ biến thiên theo thời gian) của quá trình: Kết cấu bị đốt nóng (buổi sáng, khi cường độ bức xạ mặt trời chiếu lên kết cấu tầng) sau đó được làm nguội (buổi chiều, khi cường độ dòng bức xạ mặt trời bắt đầu giảm).

Bản chất của quá trình biến thiên trường nhiệt độ trong kết cấu khi có tác động của bức xạ mặt trời và định hướng thiết kế kết cấu bao che chống nóng khi có bức xạ mặt trời sẽ được đề cập tới trong các bài báo tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PHẠM NGỌC ĐĂNG, PHẠM ĐỨC NGUYỄN, LƯƠNG MINH - Vật lý xây dựng - phần I: Nhiệt và khí hậu, *Nhà xuất bản Xây dựng, 1981.*
2. Số liệu quan trắc khí hậu của nha khí tượng Hà Nội.
3. Phân vùng bức xạ mặt trời trên lãnh thổ Việt Nam. *Đề tài khoa học cấp Nhà nước 10.05.01.01, Hà Nội, 1985.*
4. М.А. Михеев, И.М. Михеева - Основы теплопередачи - Изд. 2-е М. "Энергия".