

CÁCH NHIỆT CHO TÒA NHÀ

ThS. **NGUYỄN SƠN LÂM**, TS. **PHẠM ĐỨC HẠNH**

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo này giới thiệu nguyên lý cách nhiệt, các yếu tố liên quan đến lựa chọn cách nhiệt cho tòa nhà (hiệu suất nhiệt, hiệu suất vòng đời, an toàn phòng cháy...), thiết kế cách nhiệt và các phương thức cách nhiệt cho tòa nhà cùng các hướng dẫn cách nhiệt cho vỏ kết cấu bao che tòa nhà bao gồm: Tường, mái.

1. Lời nói đầu

Theo kết quả nghiên cứu đã được công bố trên thế giới trong các tòa nhà thấp tầng không được cách nhiệt thì lượng nhiệt truyền qua tường chiếm 15-25%, 25-35% qua cửa kính; 10-20% qua sàn; 25-35% qua mái và 5-25% do rò rỉ khí [2]. Ở Việt Nam đối với các tòa nhà cao tầng thì lượng nhiệt truyền qua tường 10-45%; 45-80% qua cửa kính; 1-5% qua mái; 1-10% qua sàn và 5-18% do rò rỉ [1].

Việc cách nhiệt cho các tòa nhà là giải pháp hữu hiệu để góp phần đạt được sự thoải mái tiện nghi nhiệt cho người sinh sống, làm việc, nghỉ ngơi cũng như tiết kiệm năng lượng cho sưởi ấm điều hòa thông gió, thông qua đó giảm phát thải khí nhà kính và ứng phó với biến đổi khí hậu. Việc thi công cách nhiệt cho mái, tường... giúp giảm được 15-25% năng lượng tiêu thụ cho sưởi ấm hoặc làm mát. Hiệu quả cách nhiệt cũng phụ thuộc vào một số các yếu tố sau: loại vật liệu cách nhiệt, chiều dày, nhà sản xuất, chất lượng thi công....

Cách nhiệt sẽ giúp làm giảm sự tổn thất nhiệt hoặc thu nhận nhiệt không mong muốn và qua đó làm

giảm nhu cầu năng lượng của hệ thống sưởi ấm và làm mát. Hiểu theo nghĩa hẹp thì đó là việc sử dụng các vật liệu cách nhiệt có hệ số dẫn nhiệt thấp để hạn chế sự truyền nhiệt qua vỏ kết cấu bao che tòa nhà hoặc tăng mức độ phản quang. Cách nhiệt cho tòa nhà liên quan đến một loạt các thiết kế và giải pháp kỹ thuật để giải quyết các phương thức chính của quá trình truyền nhiệt như: dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ nhiệt [3].

Việc cách nhiệt có thể thực hiện cho bề mặt bên trong hoặc bên ngoài của kết cấu tường bao che của tòa nhà. Đối với những tòa nhà đã được xây dựng từ trước, các loại vật liệu cứng dạng tấm là lựa chọn thích hợp có thể sử dụng để cách nhiệt cho toàn bộ ngôi nhà từ móng đến mái.

2. Nguyên lý cách nhiệt

Một tòa nhà nếu không được thiết kế cách nhiệt thì sẽ dẫn đến bị mất nhiệt đáng kể trong mùa đông và gia tăng nhiệt vào mùa hè. Quá trình mất nhiệt từ trong tòa nhà ra môi trường và nhận nhiệt từ môi trường vào trong tòa nhà được giới thiệu mô phỏng trong hình 1 [4].

Cách nhiệt là giải pháp ngăn ngừa tổn thất nhiệt hoặc nhận nhiệt với việc tạo ra rào cản nhiệt giữa các mặt kết cấu bao che có sự chênh lệch nhiệt độ. Rào cản ngăn cản dòng nhiệt truyền vào tòa nhà có thể được chế tạo từ vật liệu cách nhiệt dạng khối hoặc vật liệu cách nhiệt phản xạ hoặc kết hợp cả hai, thực hiện theo các cách thức khác nhau.



Hình 1. Mô hình mất nhiệt vào mùa đông và thu nhiệt vào mùa hè của tòa nhà

Thuật ngữ “vật liệu cách nhiệt” dùng để chỉ các vật liệu hoặc tổ hợp vật liệu có khả năng ngăn cản dòng nhiệt truyền từ môi trường bên ngoài vào trong tòa nhà hoặc ngược lại. Một số vật liệu được sử dụng

như: Xenlulo, bông thủy tinh, bông khoáng, xốp polystyrene, polyurethane, sợi gỗ, sợi thực vật (lanh, bông, nút chai,...), sợi bông tái chế, rơm thực vật, chất xơ động vật (lông cừu). Khi các vật liệu này

được thiết kế lắp đặt trên mái, trần, tường và sàn của một tòa nhà sẽ làm giảm dòng nhiệt truyền từ môi trường bên ngoài vào tòa nhà vào mùa hè, đi ra môi trường bên ngoài vào mùa đông và đồng thời giảm thiểu được nhu cầu năng lượng sử dụng cho sưởi ấm và làm mát tòa nhà. Mặc dù trần nhà và tường có thể được cách nhiệt bằng vật liệu cách nhiệt nhưng sự mất nhiệt vẫn có thể xảy ra vào mùa đông và nhận nhiệt vào mùa hè nếu diện tích kính không được che chắn đủ lớn hoặc xảy ra qua các lỗ mở thông tường cố định và khe nứt xung quanh cửa đi và cửa sổ.

Lớp màn che phù thích hợp phía bên trong cửa sổ (chẳng hạn như rèm cửa) có vai trò rất quan trọng khi kết hợp với vật liệu cách nhiệt để ngăn cản quá trình truyền nhiệt bằng bức xạ vào trong tòa nhà. Do vậy khuyến nghị phải sử dụng kết hợp vật liệu cách nhiệt với hệ thống che chắn nắng thích hợp cho cửa sổ, tường kính. Nếu không có hệ thống che chắn nắng thì nhiệt bức xạ mặt trời sẽ xâm nhập vào tòa nhà qua cửa sổ làm tăng nhiệt độ môi trường bên trong và gây khó chịu về cảm giác nhiệt cho con người sống và làm việc trong môi trường đó.

3. Yếu tố lựa chọn vật liệu cách nhiệt cho tòa nhà

Trước khi quyết định lựa chọn vật liệu cách nhiệt cho tòa nhà thì cần xem xét các yếu tố sau đây:

3.1 Hiệu suất nhiệt – Giá trị nhiệt trở R

Khi sử dụng cách nhiệt cho tòa nhà, điều quan trọng là xác định giá trị nhiệt trở đã được qui định theo Quy chuẩn Xây dựng Quốc gia. Hiệu suất nhiệt và nhiệt trở của các vật liệu cách nhiệt là các tính chất rất quan trọng cần phải được xem xét.

3.2 Hiệu suất vòng đời

Hiệu suất vòng đời vật liệu cách nhiệt cần phải được xét đến. Bởi vì để đảm bảo tiết kiệm năng lượng theo thiết kế cho tòa nhà, điều quan trọng là lớp cách nhiệt không bị hư hỏng hoặc lún xẹp theo thời gian đáp ứng tuổi thọ công trình.

3.3 An toàn phòng cháy

Vật liệu cách nhiệt phải là loại không gây cháy, khi kiểm tra theo các tiêu chuẩn hiện hành và có thể được đặt trong tất cả các loại nhà hoặc các vật liệu được xếp vào loại dễ cháy theo các tiêu chuẩn hiện hành, phải được kiểm tra và phân loại theo qui định để sử dụng và ứng dụng cho phù hợp.

3.4 Độ ẩm

Vật liệu cách nhiệt sẽ mất hiệu quả cách nhiệt

hoặc giá trị nhiệt trở thiết kế khi tiếp xúc với độ ẩm. Một số sản phẩm cách nhiệt không thấm nước hoặc khi tiếp xúc với độ ẩm, sẽ không giữ nước hay có thể làm cho nước thoát ra được ưu tiên sử dụng.

3.5 Kiểm soát rò lọt khí

Rò lọt khí thường xảy ra ở những khu vực của một tòa nhà chưa được đóng kín hay cách nhiệt phù hợp, chẳng hạn như: Các vị trí xung quanh cửa sổ, cửa ra vào, lò sưởi, đường ống dẫn của hệ thống sưởi ấm điều hòa thông gió.... Để kiểm soát rò lọt khí có thể bịt chỗ hở bằng các giải pháp thích hợp như: Gắn các nẹp, lắp gioăng hoặc xăm keo vào các khe hở xung quanh cửa ra vào, cửa sổ và các kẽ hở khác.

3.6 Phân tích vòng đời

Phân tích vòng đời là đánh giá tác động môi trường liên quan tới một sản phẩm thông qua việc kiểm tra các đặc tính môi trường của sản phẩm trong nhiều giai đoạn gồm: Trước khi sản xuất; sản xuất; phân phối/đóng gói; sử dụng; tái sử dụng; bảo quản và quản lý chất thải. Khi đánh giá từng giai đoạn này, đánh giá vòng đời chỉ rõ các thuộc tính có lợi về môi trường [5].

4. Thiết kế cách nhiệt cho tòa nhà

Việc thực hiện cách nhiệt cho một tòa nhà như thế nào là đủ phụ thuộc vào thiết kế tòa nhà, vùng khí hậu đặc thù, chi phí năng lượng, ngân sách và những ưu tiên của chủ đầu tư. Vùng khí hậu trong khu vực sẽ có ảnh hưởng rất lớn đến các yêu cầu khác nhau. Trong trường hợp đã ban hành quy chuẩn xây dựng thì quy chuẩn sẽ qui định rõ các giới hạn tối thiểu về cách nhiệt cần phải đạt được cho vùng khí hậu cụ thể. Trong trường hợp chưa có quy chuẩn kỹ thuật thì có thể tham chiếu các giá trị quy định trong các quy chuẩn của các nước có điều kiện khí hậu tương đồng. Việc cách nhiệt cho tòa nhà vượt quá cả qui định trong quy chuẩn cũng thường được khuyến nghị thực hiện trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay với xu hướng nhiệt độ sẽ tăng cao trong tương lai gần.

Việc thiết kế cách nhiệt cho một tòa nhà cần phải được dựa trên việc xem xét cẩn thận các phương thức truyền năng lượng và hướng truyền nhiệt cũng như cường độ truyền nhiệt. Điều này có thể thay đổi ngay trong ngày và theo mùa. Điều quan trọng là để chọn được một thiết kế phù hợp, sự kết hợp chính xác và đầy đủ giữa việc sử dụng vật liệu cách nhiệt và kỹ thuật xây dựng sẽ đáp ứng phù hợp với tình hình cụ thể của riêng từng tòa nhà.

Để xác định xem cần phải thực hiện bổ sung cách nhiệt đến mức nào, việc đầu tiên cần phải xác định rõ các hệ số về cách nhiệt đã được thực hiện (hệ số nhiệt trở tổng và truyền nhiệt tổng U) cho tòa nhà hiện hữu và các vị trí đã thực hiện việc cách nhiệt đó. Việc này sẽ phải được thực hiện bởi các cơ quan tổ chức với các cá nhân có trình độ chuyên môn về kiểm toán năng lượng, tập trung vào việc đánh giá khả năng cách nhiệt của tòa nhà đến mức độ nào như là một phần công việc của công tác kiểm toán năng lượng toàn bộ tòa nhà. Ví dụ tại Hoa Kỳ, một ước tính sơ bộ ban đầu của nhu cầu cách nhiệt cho tòa nhà ở Hoa Kỳ có thể được xác định bởi Bộ Năng lượng Mỹ phối hợp với các cơ quan chuyên môn trong lĩnh vực hiệu quả năng lượng [4]. Tại Nga, với giá khí đốt tương đối rẻ nên việc cách nhiệt cho tòa nhà để tránh tổn thất nhiệt vẫn chưa được quan tâm một cách đúng mức và đầy đủ. Điều này dẫn đến việc sử dụng không hiệu quả và lãng phí năng lượng trong các tòa nhà. Các tòa nhà tại Nga thường được vận hành ở một trong hai tình trạng sau: Thường xuyên tiêu thụ lên đến hơn 50% nhiệt năng và nước nóng hơn mức cần thiết. 53% của tất cả các khí carbon dioxide (CO_2) lượng khí thải ở Nga thải ra là do việc sưởi ấm và sản xuất điện năng cung cấp cho các tòa nhà [2].

Trong điều kiện mùa hè, năng lượng nhiệt bức xạ mặt trời có cường độ lớn nhất. Bức xạ mặt trời có thể thâm nhập trực tiếp các tòa nhà thông qua các cửa sổ hoặc nó có thể làm nóng vỏ kết cấu tường bao che lên đến một nhiệt độ cao hơn môi trường xung quanh, tăng cường truyền nhiệt thông qua vỏ kết cấu bao che. Các giá trị của hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời (SGHC) của loại kính tiêu chuẩn có thể đạt được trong khoảng 78-85% [6].

Việc thu nhận năng lượng bức xạ mặt trời có thể giảm bằng hệ thống chắn nắng cho tòa nhà. Việc kết hợp sử dụng màu sơn với phổ chọn lọc và lớp phủ phản xạ nhiệt và nhiều loại vật liệu cách nhiệt có thể giảm SHGC khoảng 10% [7]. Các lớp rào cản ngăn bức xạ mặt trời có hiệu quả cao cho không gian tầng áp mái ở vùng khí hậu nóng. Các lớp rào cản ngăn bức xạ mặt trời có hiệu quả hơn trong vùng khí hậu nóng so với vùng khí hậu lạnh. Đối với dòng nhiệt đi theo phương từ trên xuống (ví dụ truyền nhiệt qua mái) quá trình truyền nhiệt bằng đối lưu tương đối yếu và truyền nhiệt bằng bức xạ chiếm tỉ trọng lớn hơn. Khi đó các lớp rào cản ngăn bức xạ mặt trời cần phải hoạt động hiệu quả khi tiếp xúc trực tiếp với các khe không khí.

Nếu có sử dụng hệ thống điều hòa không khí trong vùng khí hậu nóng ẩm như ở Việt Nam, thì cần phải làm đảm bảo rằng vỏ kết cấu bao che tòa nhà càng kín khít càng tốt để hạn chế việc thẩm thấu khí vào ra tòa nhà gây mất nhiệt. Quá trình khử ẩm của không khí bên ngoài xâm nhập vào tòa nhà có thể gây lãng phí một lượng năng lượng đáng kể.

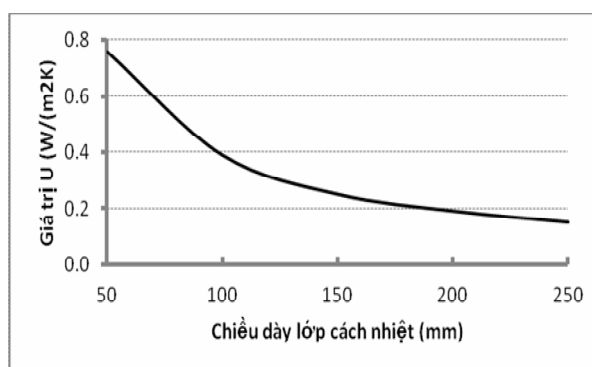
5. Phương thức cách nhiệt cho tòa nhà

Có hai phương thức cách nhiệt cho tòa nhà:

- Cách nhiệt dạng khối;
- Cách nhiệt phản xạ ngăn bức xạ mặt trời.

5.1 Cách nhiệt đối với phương thức truyền nhiệt do dẫn nhiệt và đối lưu

Cách nhiệt dạng khối chủ yếu nhằm chống lại hoặc làm chậm lại sự truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt và đối lưu, dựa vào các túi không khí bị giữ hoặc chất dẫn điện thấp trong kết cấu của nó. Nhiệt trở của nó về cơ bản là giống nhau bất kể hướng của dòng nhiệt chạy qua. Với vật liệu cách nhiệt dạng khối, giá trị nhiệt trở R được quy định đối với một độ dày nhất định và tỷ trọng của vật liệu ở một nhiệt độ nhất định. Lớp cách nhiệt càng dày thì giá trị nhiệt trở R của vật liệu càng lớn và do đó hệ truyền nhiệt tổng (giá trị U – value) cũng nhỏ đi tương ứng (hình 2).



Hình 2. Mối quan hệ giữa chiều dày lớp cách nhiệt và giá trị U -value

5.2 Cách nhiệt bằng rào cản bức xạ nhiệt

Rào cản bức xạ nhiệt kết hợp với các khe không khí sẽ giúp giảm lượng nhiệt bức xạ xâm nhập vào tòa nhà. Một số rào cản bức xạ có quang phổ ưu tiên chọn lọc sẽ làm giảm lượng bức xạ hồng ngoại so với các bước sóng khác. Ví dụ: Kính bức xạ thấp (low-e) của các cửa sổ sẽ truyền ánh sáng và sóng ngắn năng lượng tia hồng ngoại vào một tòa nhà nhưng phản xạ lại bức xạ tia hồng ngoại bước sóng dài được tạo ra bởi trang trí nội thất. Tương tự như vậy, sơn phản xạ nhiệt có thể phản xạ nhiệt nhiều hơn đối

với thành phần hồng ngoại so với thành phần ánh sáng nhìn thấy của phổ bức xạ mặt trời [8].

5.3 Cách nhiệt cho kết cấu bao che tòa nhà

Khả năng tiết kiệm năng lượng cho tòa nhà có thể đạt được thông qua việc cách nhiệt cho mặt ngoài tường. Có hai giải pháp cách nhiệt cho tường bao che: Cách nhiệt được thực hiện cho mặt ngoài của tường bao che, đây là cách hay sử dụng nhất. Trong trường hợp mặt ngoài tường cần được bảo vệ nguyên trạng ban đầu thì sẽ thực hiện cách nhiệt cho mặt trong của tường bao che.

Việc tiết kiệm năng lượng cho sưởi ấm và làm mát có thể được tính toán dựa vào việc cải thiện mức truyền nhiệt (giá trị U được tính toán trên cơ sở hệ số dẫn nhiệt, xem bảng 1). Cách nhiệt ngoài cho phép giảm tổn thất nhiệt bổ sung do các cầu nhiệt gây ra. Việc giảm tổn thất nhiệt sẽ làm tăng sự cân bằng nhiệt độ của tòa nhà [9]. Ngoài ra thì nhiệt độ bề mặt cao hơn và đồng đều hơn cũng giúp làm giảm khả năng phát triển của nấm mốc trên bề mặt tường.

Bảng 1. Hệ số dẫn nhiệt và khả năng chống cháy của một vài loại vật liệu cách nhiệt [6]

A1 - A2: Không cháy, B1: Khó cháy, B2: Dễ cháy

Loại vật liệu cách nhiệt	λ (W/m.K)	Cấp chống cháy
Xốp EPS	0,03-0,04	B1
Bông khoáng	0,035-0,04	A1/A2
Tấm gỗ sợi	0,09	B1
Polyurethane	0,025-0,03	B1
Cellulose	0,045	B1/B2
Sợi len, sợi dừa, sợi lanh	0,04-0,045	B2

Điều này cũng đưa đến khả năng giảm tổn thất nhiệt do thông gió vì nhiệt độ bề mặt cao hơn sẽ cho phép độ ẩm cao hơn do vậy mà tốc độ trao đổi không khí thấp hơn vẫn đáp ứng yêu cầu tiện nghi. Việc hoàn thiện mặt ngoài cũng như cách nhiệt bổ sung sẽ bảo vệ kết cấu chịu tải trước tác động của thời tiết và góp phần làm tăng tuổi thọ của kết cấu [10].

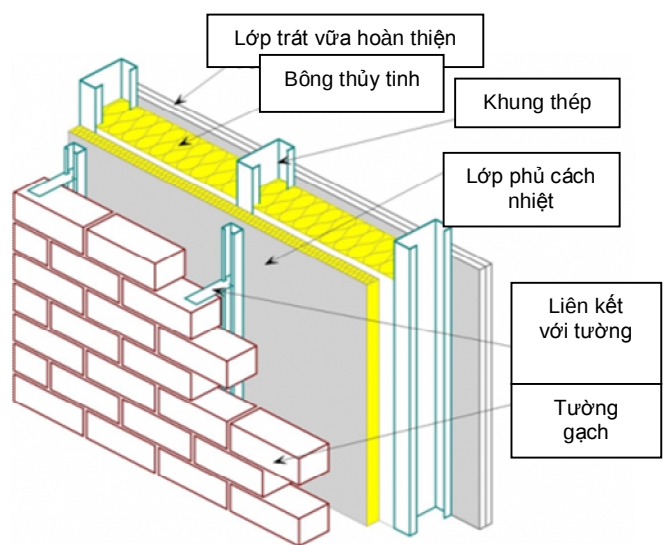
Phương pháp cách nhiệt ngoài cho tường có các ưu điểm sau:

- Đặc trưng nhiệt của kết cấu tường bao che được bảo tồn do đó đặc trưng nhiệt của tòa nhà vào mùa

hè được cải thiện, giảm được các ảnh hưởng của cầu nhiệt và chi phí hợp lý trong trường hợp cần phải cải tạo để nâng cấp cả ngoại thất tòa nhà. Do vậy mà chi phí của vật liệu cách nhiệt chỉ chiếm tỉ trọng nhỏ so với toàn bộ chi phí cải tạo ngoại thất tòa nhà.

- Việc cách nhiệt bổ sung có thể kết hợp luôn với việc cải tạo thay thế hoặc nâng cấp cửa sổ. Để giảm tác động của cầu nhiệt gần cửa sổ thì vị trí lý tưởng của cửa sổ là càng gần lớp cách nhiệt càng tốt.

Hệ thống cách nhiệt phức hợp: Trong hệ thống này các tấm cách nhiệt có thể được dán bằng keo dán hoặc gá lắp vào tường bằng hệ vít gắn vào kết cấu tòa nhà (xem hình 3).

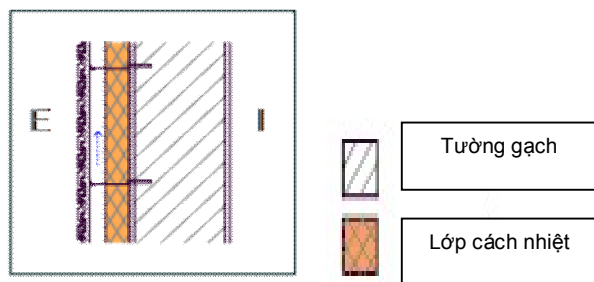


Hình 3. Các nhiệt cho mặt ngoài tường bằng hệ thống phức hợp

Khi thực hiện cách nhiệt cho tường thì có thể giữ nguyên lớp vữa trát ban đầu mà không cần phải đục tẩy nếu lớp vữa này còn đủ khả năng bám dính vào kết cấu tường. Trong trường hợp bề mặt tường không được phẳng thì cần phải thi công làm cho mặt tường phẳng để có thể áp khít các tấm cách nhiệt lên bề mặt tường cần cách nhiệt. Xốp EPS (Expanded polystyren) và bông khoáng là hai chủng loại vật liệu thông dụng nhất trên thị trường hiện nay. Bông khoáng là vật liệu không cháy và giúp cải thiện đặc trưng âm học của tường và giảm nguy cơ liên quan đến việc hình thành hơi ẩm. Tại các điểm nối cửa sổ thì có thể phủ lớp cách nhiệt lên trên phần khung cửa. Việc lắp đặt các lam chắn nắng, mái che, đèn chiếu sáng hoặc thiết bị khác (điều hòa...) cần phải đưa ngay vào trong giai đoạn thiết kế cải tạo cách nhiệt.

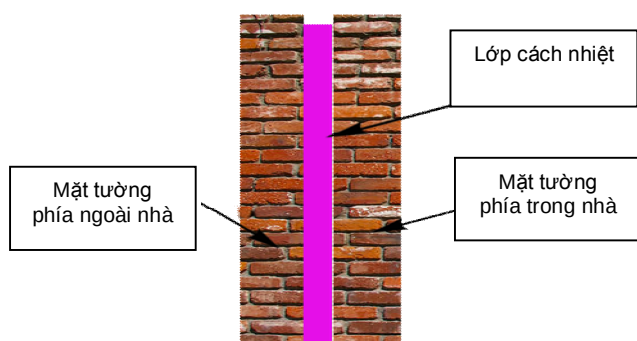
Cách nhiệt bằng các tấm vật liệu với khe thông gió: Khe thông gió kết hợp với lớp cách nhiệt rất phù hợp cho cả hai mùa đông và hè, với khe thông gió thì hơi ẩm có thể thoát ra khỏi vật liệu vào mùa đông

cũng như không khí nóng thoát ra vào mùa hè (hình 4.a). Tuy nhiên dạng cách nhiệt này đòi hỏi chi phí tương đối cao. Các vật liệu dạng tấm có thể sử dụng bao gồm: Tấm fibro xi măng, tấm tôn lợp, đá ốp và gạch ốp ceramic. Loại kết cấu gá đỡ lớp vật liệu cách nhiệt sẽ phụ thuộc vào loại vật liệu được lựa chọn (thông thường hay sử dụng các khung gỗ hoặc thanh kim loại).



E. Bên ngoài; I. Bên trong

4.a



4.b

Hình 4. a) Tấm vật liệu với khe thông gió
b) Cách nhiệt tường có khe rỗng

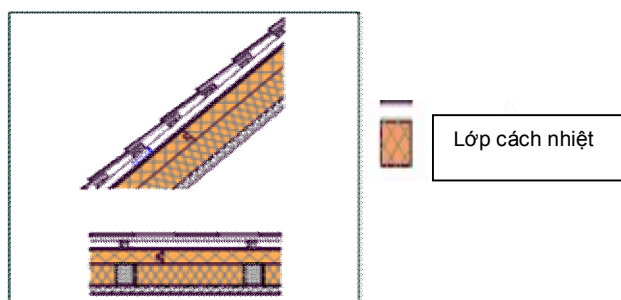
Trong các tòa nhà hiện hữu các khe rỗng thường được xây dựng trong tường nhưng chưa đảm bảo độ cách nhiệt theo yêu cầu, do đó có thể tăng khả năng cách nhiệt của nó bằng việc phủ đầy các khe rỗng của tường bằng vật liệu cách nhiệt thích hợp (ví dụ: vật liệu cách nhiệt dạng hạt, celulo...) [11]. Giải pháp cách nhiệt này không làm thay đổi ngoại thất của tòa nhà (hình 4.b). Dạng cách nhiệt này có thể được bổ sung thêm với hệ thống cách nhiệt phức hợp cho phía bên trong hoặc phía bên ngoài của tường trong các điều kiện vùng khí hậu cực đoan. Việc kiểm tra kỹ càng các khe trống trong tường cần phải được tiến hành trước khi phủ đầy các khe trống để kiểm tra đảm bảo sẽ không hình thành các cầu nhiệt sau khi cải tạo.

Cách nhiệt trong suốt: Dạng cách nhiệt trong suốt có cấu trúc lỗ hổng hoặc dạng hạt được chế tạo từ polycarbonate, aerogel, PMMA... cho phép truyền qua một phần nhất định lượng bức xạ mặt trời chiếu lên bề mặt kết cấu. Năng lượng nhiệt được hấp thụ trên

bề mặt ngoài của tường. Chiều dày của lớp cách nhiệt có thể được lựa chọn theo cách sau: Tăng chiều dày của lớp cách nhiệt sẽ làm tăng nhiệt trở của nó, như vậy làm giảm hệ số truyền nhiệt tổng do đó giảm được năng lượng nhiệt truyền đến bề mặt tường của tòa nhà cần cải tạo. Việc cách nhiệt có thể thực hiện bằng việc lắp đặt hệ thống kính có khả năng thay đổi mức độ truyền nhiệt qua nó căn cứ vào tải trọng nhiệt (dạng kính hướng quang hoặc kính nhiệt). Một giải pháp khác có thể áp dụng để tránh việc thu nhận nhiệt trong mùa hè là sử dụng các hệ thống che nắng hoặc các khe thông gió cho kết cấu tường bao che.

5.4 Cách nhiệt cho mái dốc

Trong trường hợp mái của tòa nhà đã xuống cấp và có nhu cầu phải cải tạo thay thế mới hoặc khả năng chống thấm của mái và kết cấu mái chưa đáp ứng được yêu cầu thì có thể tiến hành cách nhiệt cho mái từ phía ngoài. Trong các trường hợp còn lại có thể thực hiện việc cách nhiệt cho mái từ bên trong sẽ thuận lợi hơn. Việc thực hiện cách nhiệt cho mái từ phía ngoài có ưu điểm là không gây ảnh hưởng đến nội thất bên trong của tòa nhà. Các lớp cách nhiệt bổ sung sẽ góp phần kéo dài tuổi thọ của các kết cấu chịu tải và cải thiện tốt hơn đặc tính âm học của tòa nhà. Tuy nhiên chi phí cho việc thực hiện cách nhiệt từ phía ngoài kết cấu sẽ cao hơn so với chi phí thực hiện cách nhiệt từ phía trong. Có thể tiến hành cách nhiệt ngay trên các rui mè của mái với các tấm cách nhiệt (ví dụ: xốp EPS hoặc XPS, vật liệu túi khí....). Trong trường hợp này thì không cần sử dụng giá đỡ vật liệu cách nhiệt và có thể tránh được hiệu ứng cầu nhiệt. Ngoài ra có thể sử dụng vật liệu cách nhiệt ở dạng bông sợi (ví dụ: bông khoáng, bông thủy tinh...) để phủ vào giữa các thanh rui mè (hình 5)



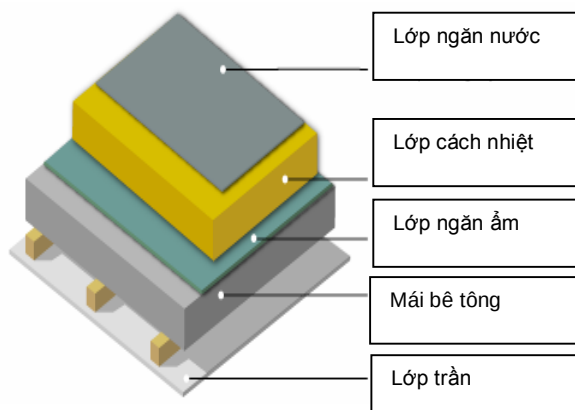
Hình 5. Cách nhiệt cho mái dốc từ phía ngoài

5.5 Cách nhiệt cho mái bằng

Giải pháp cải tạo cách nhiệt cho mái bằng phụ thuộc vào loại mái và tình trạng của mái tại thời điểm cần cải tạo. Việc cải tạo mái xét từ khía cạnh bảo tồn năng lượng luôn luôn là cần thiết. Bởi vì nó sẽ giúp

làm giảm năng lượng tiêu thụ cũng như bảo vệ tăng tuổi thọ cho kết cấu mái. Tuy nhiên việc cải tạo cũng đòi hỏi một khoản chi phí lớn cho trường hợp cần cải tạo cả các lớp chống thấm.

Việc trồng lớp thảm thực vật trên mái cũng là một giải pháp có nhiều ưu điểm. Nó sẽ giúp giảm được đáng kể lượng nhiệt truyền qua mái vào tòa nhà trong điều kiện mùa hè. Hình 6 giới thiệu cấu tạo kết cấu cách nhiệt cho mái bằng. Trong kết cấu này, lớp cách nhiệt được đặt dưới lớp vật liệu ngăn nước.



Hình 6. Cách nhiệt cho mái bằng

6. Kết luận

Ở Việt Nam tiêu thụ năng lượng điện trong lĩnh vực xây dựng chiếm hơn 35% theo số liệu của Tập đoàn tài chính quốc tế (IFC-Việt Nam) – Ngân hàng Thế giới (WB) 4/2013. Để tiết kiệm năng lượng điện ngoài các giải pháp chủ động liên quan đến thiết kế, vận hành các hệ thống kỹ thuật trong tòa nhà như: Điều hòa thông gió, chiếu sáng, cấp nước nóng, thang máy....thì giải pháp về cải tạo cách nhiệt cho tường bao che cũng đem lại hiệu quả cao trong việc giảm mức nhiệt truyền qua vỏ kết cấu bao che dẫn đến giảm năng lượng tiêu thụ bởi hệ thống điều hòa thông gió để khử bỏ lượng nhiệt thừa trong tòa nhà. Kinh nghiệm áp dụng các giải pháp cách nhiệt đã nêu trên tại các nước trên thế giới cho thấy những dự án cải tạo cách nhiệt cho tòa nhà giúp giảm chi phí năng lượng điện khoảng 10-15% và thời gian hoàn vốn đầu tư trong khoảng từ 3-5 năm [2].

Đối với các tòa nhà hiện hữu ở Việt Nam thì lượng nhiệt truyền qua vỏ kết cấu bao che tương đối lớn (ví dụ: qua tường 10-45%...). Lý do là các tòa nhà hiện hữu có hệ vỏ kết cấu bao che (ví dụ: tường đơn 110 và 220 gạch đặc đất sét nung, tường đơn gạch rỗng đất sét nung 110) chưa đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật nhiệt hiệu quả năng lượng quy định trong QCVN 09/2013/BXD. Do đó để đáp ứng yêu cầu quy định trong QCVN 09/2013/BXD, các tòa nhà hiện hữu có vỏ bao che cần áp dụng các giải pháp cách nhiệt bổ sung cho hệ tường gạch đặc đất sét nung

cũng như mái bằng bê tông. Vật liệu cách nhiệt có thể sử dụng bao gồm: Xốp EXP dày 3cm, polyurethan dày 3cm, bông khoáng dày 5cm, bông thủy tinh dày 5cm.

Việc cách nhiệt cho tòa nhà hiện hữu ở các đô thị Việt Nam có thể thực hiện cho bề mặt ngoài của tường bao che nếu tòa nhà không có yêu cầu liên quan đến việc bảo tồn hình dạng bên ngoài của tòa nhà (ví dụ các tòa nhà thuộc diện bảo tồn di sản văn hóa...) hoặc có đủ không gian ranh giới với các tòa nhà bên cạnh. Trong trường hợp ngược lại nếu cần phải bảo tồn mặt ngoài của công trình hoặc công trình tiếp giáp với các công trình khác bị giới hạn về ranh giới thì có thể thực hiện cải tạo cách nhiệt cho mặt trong của tường bao che. Đối với mái bằng hoặc mái dốc thì có thể thực hiện giải pháp cách nhiệt bổ sung bằng vật liệu cách nhiệt như xốp EPS, bông khoáng.... với cấu tạo kết cấu đã nêu ở trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Viện KHCN Xây dựng (2015), Đề tài cấp nhà nước: "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ cải tạo nâng cao đặc tính trở nhiệt cho vỏ kết cấu bao che của các tòa nhà hiện hữu ở đô thị nhằm sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng ở Việt Nam", Mã số ĐKKH 52.
- [2]. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2009). Research Report 8-2009, *Energy Efficiency In Buildings – Transforming market*.
- [3]. BSD-011. (2010). Thermal Control in Buildings.
- [4]. Your Home Technical Manual. (2011) - 1.6a Insulation Overview.
- [5]. Allianz company. (2014). "Global issues/energy - efficiency/green buildings".
- [6]. US Department of Energy. (2013). Energy Savers.
- [7]. "Insulating and heating your home efficiently". (2010). Directgov - Environment and greener living.
- [8]. Richarz C, Schulz C and Zeitler F. (2007). "Energy-Efficiency Upgrades", *Edition DETAIL, Birkhaeuser*.
- [9]. Zöld A. (1999). "Energy conscious architecture (Energiatudatos építészeti - in Hungarian)", Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [10]. Hauser G, Höttinger K, Otto F and Stiegel H. (2001). *Energieeinsparung im Gebäudebestand. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung*.
- [11]. Osztroluczky M and Medgyasszay P. (2001), "Energy conscious construction and refurbishment (Energiatudatos építés és felújítás - in Hungarian)", Labor5.

Ngày nhận bài: 30/10/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 09/11/2015.

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THÔNG SỐ NĂNG LƯỢNG ĐỂ XÂY DỰNG CÔNG THỨC TÍNH GIÁ TRỊ TRUYỀN NHIỆT TỔNG CHO VIỆT NAM

TS. HOÀNG MINH ĐỨC

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Giá trị truyền nhiệt tổng được nhiều nước trên thế giới, nhất là các nước Đông Nam Á sử dụng như một tiêu chí đánh giá lớp vỏ công trình trên góc độ sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Tuy nhiên, ở Việt Nam việc xác định giá trị truyền nhiệt tổng còn gặp một số trở ngại. Bài báo này tập trung nghiên cứu, đề xuất hướng xây dựng công thức tính giá trị truyền nhiệt tổng cho Việt Nam dựa trên phương pháp phân tích thông số năng lượng.

1. Mở đầu

Khái niệm giá trị truyền nhiệt tổng (OTTV) được Hiệp hội kỹ sư Nhiệt - Lạnh - Điều hòa không khí Hoa Kỳ (ASHRAE) phát triển và đề xuất sử dụng như một chỉ tiêu đánh giá chung cho lớp vỏ bao che xét trên khía cạnh tiết kiệm năng lượng. Giá trị truyền nhiệt tổng đã được đưa vào tiêu chuẩn ASHRAE 90A-1980 và được sử dụng rộng rãi không những ở Hoa Kỳ mà còn ở nhiều nước trên thế giới và đặc biệt là ở các nước Đông Nam Á.

Tại Việt Nam, OTTV lần đầu tiên được quy định áp dụng để đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng trong các tòa nhà vào năm 2005 trong Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 09:2005 "Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả". Quy chuẩn này cũng trình bày công thức tính toán OTTV. Tuy nhiên, do một số nguyên nhân, việc sử dụng giá trị truyền nhiệt tổng trong thực tế còn gặp nhiều trở ngại. Năm 2014, bản soát xét QCVN 09:2013/BXD "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả", mặc dù vẫn đề

cập đến giá trị truyền nhiệt tổng nhưng đã không trình bày phương pháp tính toán.

Để góp phần phát triển một công cụ hữu hiệu trong đánh giá lớp vỏ công trình từ góc độ sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng, việc xây dựng phương pháp tính toán OTTV cho các công trình xây dựng ở Việt Nam là cần thiết và có tính thời sự cao. Bài báo trình bày hiện trạng tại Việt Nam, các kinh nghiệm trên thế giới và đề xuất phương pháp phân tích thông số năng lượng để xác định OTTV qua lớp vỏ công trình xây dựng ở nước ta dựa trên kinh nghiệm thế giới và phù hợp với điều kiện đặc thù ở Việt Nam.

2. Các quy định tại Việt Nam

Giá trị truyền nhiệt tổng lớn nhất cho phép được quy định trong QCVN 09:2005 đối với tường và mái cho nhóm công trình văn phòng cao tầng, khách sạn và nhóm các công trình xây dựng khác trong các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam. Khi đó, OTTV qua tường được tính theo công thức:

$$OTTV_W = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times OTTV_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1)$$

trong đó:

A_i là diện tích mặt tường thứ i , m^2 ;

$OTTV_i$ là giá trị truyền nhiệt tổng qua tường thứ i , W/m^2 .

Giá trị truyền nhiệt tổng qua mỗi mặt tường được tính theo công thức:

$$OTTV_i = (TD_{eq} - DT) \times CF \times A_c \times U_w \times (1 - WWR_i) + DT \times U_w \times (1 - WWR_i) + SF_i \times CF_i \times SHGC \times XS_i \times WWR_i + DT \times U_f \times WWR_i + L_p \times (1 - R_c \times K_d) \times A_{tp}/A_{xw} \quad (2)$$

trong đó:

A_c là hệ số hấp thụ nhiệt mặt trời của bề mặt tường;

U_w là hệ số truyền nhiệt qua tường đặc, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

WWR_i là tỷ lệ diện tích cửa sổ trên diện tích tường;

TD_{eq} là chênh lệch nhiệt độ tương đương giữa bên trong và bên ngoài, $^\circ C$;

DT là chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài nhà (theo điều kiện thiết kế), $^\circ C$;

U_f là hệ số truyền nhiệt qua cửa sổ $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

SHGC là hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời của hệ thống cửa sổ;

SF_i là giá trị trung bình theo giờ của năng lượng bức xạ mặt trời chiếu lên cửa sổ hướng thứ i , W/m^2 ;

CF_i là hệ số hiệu chỉnh đối với hướng thứ i (tra bảng);

XS_i là hệ số tính đến tác dụng của thiết bị che nắng bên ngoài;

L_p là mật độ công suất chiếu sáng lắp đặt W/m^2 ;

R_C là tỷ lệ diện tích sàn được chiếu nắng trên tổng diện tích sàn;

A_{tp} là tổng diện tích mặt sàn được chiếu nắng, m^2 ;

A_{xw} là tổng diện tích tường ngoài, m^2 ;

K_d là hệ số giảm mật độ công suất chiếu sáng.

Đối với mái đặc không có cửa trời, giá trị truyền nhiệt tổng được tính theo công thức:

$$OTTV = A_C \times U_r \times (TD_{eqr} - DT) + U_r \times DT \quad (3)$$

Còn đối với mái có cửa trời công thức tính có dạng:

$$OTTV = A_C \times U_r \times (TD_{eqr} - DT) \times (1 - SRR) + U_r \times DT \times (1 - SRR) + SF_h \times SC_S \times SRR + U_S \times DT \times SRR \quad (4)$$

trong đó:

A_C là hệ số hấp thụ nhiệt mặt trời của phần mái đặc;

U_r là hệ số truyền nhiệt của cấu kiện mái, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

SRR là tỷ lệ diện tích cửa trời trên diện tích mái;

SF_h là giá trị trung bình theo giờ của năng lượng bức xạ mặt trời chiếu lên mái, được xác định theo bảng, W/m^2 .

Có thể thấy rằng, việc tính toán OTTV theo hướng dẫn của QCVN 09:2005 là khá phức tạp, đòi hỏi nhiều thông số khác nhau. Mặt khác, bản thân việc xác định các thông số cũng còn tồn tại nhiều điểm chưa hợp lý, cần được hướng dẫn rõ ràng, chính xác hơn.

Bên cạnh đó, cần chú ý rằng, truyền nhiệt qua kết cấu vỏ bao che là quá trình động, liên quan đến rất nhiều yếu tố khác nhau và phụ thuộc vào thời gian. Các công thức trên có thể phục vụ tốt cho việc xác định giá trị truyền nhiệt qua lớp vỏ khi các hệ số phục vụ tính toán được thiết lập đầy đủ, chính xác và phù hợp với điều kiện Việt Nam. Tuy nhiên, việc tính toán lại quá phức tạp và có thể là chưa phù hợp để cho ta một đánh giá chung nhìn từ khía cạnh sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong công trình.

Bản soát xét quy chuẩn trên vào năm 2013 là QCVN 09:2013/BXD đã có một số thay đổi trong quy định về OTTV. Quy chuẩn vẫn giới hạn OTTV tối đa cho mái và cho tường nhưng không phân biệt đặc điểm công trình cũng như vùng khí hậu. Tuy nhiên, phiên bản này lại không hướng dẫn cách tính toán

OTTV. Quy chuẩn này cho phép thiết kế cửa sổ với kính có hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời thích hợp để thay thế cho việc xác định OTTV cho tường. Do đó, trên thực tế việc tính toán OTTV hầu như không được thực hiện.

3. Kinh nghiệm thế giới

Về cơ bản, giá trị OTTV cho biết mức độ truyền nhiệt trung bình từ môi trường bên ngoài qua lớp vỏ vào trong công trình. Giá trị OTTV càng cao cho thấy mức độ tăng nhiệt bên trong công trình càng cao. Đối với các tòa nhà được điều hòa không khí cơ học, theo tiêu chí làm mát, giá trị OTTV tổng được quy định phải nhỏ hơn một giá trị lớn nhất cho phép. Việc quy định giá trị OTTV lớn nhất bắt buộc phải áp dụng các biện pháp cải thiện khả năng cách nhiệt của lớp vỏ bao che nhằm giảm tải làm mát của hệ thống điều hòa. Tuy nhiên cũng cần chú ý rằng, giá trị OTTV chỉ cho thấy tính năng của lớp vỏ dùng để so sánh mà không cho biết tổng năng lượng cần thiết để điều hòa hoặc thiết kế vỏ công trình gần với tối ưu hay chưa.

Giá trị truyền nhiệt tổng, theo ASHRAE 80.A - 1980, bao gồm tổng giá trị truyền nhiệt qua các bức tường và truyền nhiệt qua mái. Theo đó, giá trị truyền nhiệt qua tường được tính toán bằng tổng của giá trị truyền nhiệt qua tường đặc (phần không trong suốt), giá trị truyền nhiệt qua cửa kính (phần trong suốt) và giá trị truyền nhiệt do bức xạ mặt trời [1].

$$OTTV = \frac{Q_w + Q_f + Q_s}{A} \quad (5)$$

trong đó:

Q_w là giá trị nhiệt truyền qua phần tường đặc, W ;

Q_f là giá trị nhiệt truyền qua phần cửa kính (trong suốt), W;

Q_s là giá trị nhiệt truyền do bức xạ mặt trời, W;

A là tổng diện tích tường, m^2 .

Các thành phần truyền nhiệt qua tường đặc, qua cửa kính và truyền nhiệt do bức xạ mặt trời được tính theo các công thức sau:

$$Q_w = TD_{eq} \times U_w \times A_w \quad (6)$$

Công thức tính OTTV cũng có thể được đơn giản hóa khi sử dụng tỷ lệ diện tích cửa kính trên tổng diện tích tường. Khi đó, công thức tính OTTV có thể được biểu diễn như sau:

$$OTTV = TD_{eq} \times U_w \times (1 - WWR) + DT \times U_f \times WWR + SF \times SC \times WWR \quad (9)$$

Công thức tính toán OTTV cho thấy, bên cạnh các giá trị cố định liên quan đến bản chất vật liệu sử dụng và đặc điểm công trình (tỷ lệ diện tích cửa kính trên tổng diện tích tường), OTTV phụ thuộc rất nhiều vào các giá trị liên quan đến đặc điểm vị trí, hướng công trình cũng như tiến trình nhiệt trong ngày, tức là các thông số động. Một cách chặt chẽ thì OTTV là giá trị động và thay đổi theo thời gian, tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng công trình.

Việc xác định giá trị thích hợp các hệ số cho từng thành phần trong công thức tính OTTV phù hợp với điều kiện địa phương và yêu cầu cách nhiệt, tiết kiệm năng lượng là khá khó khăn. Vấn đề này đang được xem xét theo hai hướng. Thứ nhất, có thể tiến hành đo đạc thực nghiệm tiêu thụ năng lượng cho từng công trình với các đặc trưng lớp vỏ bao che khác nhau để tìm mối liên hệ thực tế giữa tiêu thụ năng lượng và các đặc trưng lớp vỏ. Nghiên cứu theo hướng này đòi hỏi kinh phí lớn và thời gian thực hiện lâu dài, các kết quả có tính xác thực cao nhưng tính đại diện lại bị hạn chế. Cách tiếp cận này thường

$$Q_f = TD \times U_f \times A_f \quad (7)$$

$$Q_s = SC \times SF \times A_f \quad (8)$$

trong đó:

A_w là diện tích tường đặc, m^2 ;

A_f là diện tích cửa kính, m^2 ;

SC là hệ số che chắn đối với cửa sổ;

SF là giá trị truyền nhiệt do bức xạ mặt trời, W/m^2 .

được sử dụng để kiểm chứng các hệ số, công thức tính toán có được từ phân tích lý thuyết và phân tích mô hình mô phỏng.

Một hướng tiếp cận khác là sử dụng các phần mềm mô phỏng để nghiên cứu sự liên quan giữa năng lượng tiêu thụ và biến động về truyền nhiệt tổng của công trình, để từ đó xác định các hệ số cho phương trình phù hợp với từng điều kiện cụ thể của các quốc gia có tính đến đặc thù của từng loại công trình. Kết quả mô phỏng sẽ được đánh giá, kiểm chứng thông qua đo đạc thực tế. Đây là cách tiếp cận có tính thực tế cao và được nhiều nước áp dụng nhất là các nước Đông Nam Á.

Singapore là quốc gia đi đầu ở khu vực trong việc áp dụng các tiêu chuẩn về tiết kiệm năng lượng. Ngay từ năm 1979 Singapore đã ban hành tiêu chuẩn về sử dụng năng lượng trong các tòa nhà thương mại. Trong đó, OTTV được xây dựng trên cơ sở phân tích thông số năng lượng nhờ mô hình mô phỏng và được xác định theo công thức:

$$OTTV = TD_{eq} \times U_w \times (1 - WWR) + 5 \times U_f \times WWR + 130 \times SC \times WWR \quad (10)$$

Trong lần chỉnh sửa năm 2000 và sau đó, Singapore đã khuyến cáo sử dụng giá trị truyền nhiệt tổng qua tường (ETTV) và giá trị truyền nhiệt tổng qua mái (RTTV) riêng biệt cho các công trình thương mại.

$$ETTV = 12 \times (1 - WWR) \times U_w + 3.4 \times WWR \times U_f + 211 \times WWR \times CF \times SC \quad (11)$$

$$RTTV = 12.5 \times (1 - SKR) \times U_r + 4.8 \times SKR \times U_s + 485 \times SKR \times CF \times SC \quad (12)$$

trong đó:

SKR là tỷ lệ phần trong suốt trên diện tích mái;

U_r là hệ số truyền nhiệt qua phần mái đặc, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

U_s là hệ số truyền nhiệt qua phần mái trong suốt (cửa trời), $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

CF là hệ số hiệu chỉnh tăng nhiệt do bức xạ mặt trời.

Trên cơ sở phát triển khái niệm về ETTV, năm 2008 các nghiên cứu đã được mở rộng sang cho công trình nhà ở với đặc thù sử dụng điều hòa không khí vào ban đêm là chủ yếu. Giá trị truyền nhiệt tổng ở đây được gọi là giá trị truyền nhiệt qua vỏ công trình nhà ở (RETV) và được tính theo công thức [2]:

$$RETV = 3.4 \times (1 - WWR) \times U_w + 1.3 \times WWR \times U_f + 58.6 \times WWR \times CF \times SC \quad (13)$$

Cũng theo cách tiếp cận trên, các nước Đông Nam Á khác cũng đã xây dựng hệ số trong công thức tính OTTV cho điều kiện đặc thù của nước mình. Giá trị truyền nhiệt tổng tại Thái Lan được tính toán theo công thức sau:

$$OTTV = TD_{eq} \times U_w \times (1 - WWR) + 5 \times U_f \times WWR + 160 \times SC \times WWR \quad (14)$$

Tại Philippines [3], các hệ số của từng bộ phận truyền nhiệt qua tường bao cho có sự thay đổi và công thức tính có dạng:

$$OTTV = 12.6 \times \alpha \times U_w \times (1 - WWR) + 3.4 \times U_f \times WWR + SF \times SC \times WWR \quad (15)$$

trong đó: α là hệ số hấp thụ nhiệt của tường.

Tại Malaysia [3], thành phần truyền nhiệt qua cửa kính không được tính đến trong giá trị truyền nhiệt tổng. Do đó, công thức tính có dạng:

$$OTTV = 19.1 \times \alpha \times U_w \times (1 - WWR) + 194 \times SC \times WWR \quad (16)$$

Tương tự như vậy, tại Indonesia, giá trị truyền nhiệt tổng được tính theo công thức sau:

$$OTTV = TD_{eq} \times U_w \times (1 - WWR) + SF \times SC \times WWR \quad (17)$$

Các công thức tính toán OTTV trên đây khá đơn giản, tiện dụng. Do đó, có tính ứng dụng cao nên các quy định dễ dàng đi vào thực tế giúp triển khai chương trình đánh giá và cải tạo các công trình theo hướng sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Với vị trí địa lý nằm trong vùng Đông Nam Á, sự tương đồng về điều kiện khí hậu, điều kiện kinh tế - xã hội và trình độ phát triển, Việt Nam hoàn toàn có thể vận dụng các kinh nghiệm trên vào thực tế nước mình.

4. Đề xuất áp dụng phương pháp phân tích thông số năng lượng

Đúc rút kinh nghiệm thiết lập phương pháp tính và ứng dụng OTTV của các nước như đã nêu trên cho thấy hướng nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích thông số năng lượng trên mô hình mô phỏng để xây dựng công thức tính OTTV cho các công trình là có triển vọng áp dụng tốt ở Việt Nam phục vụ mục tiêu sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Để thực hiện việc này cần triển khai chương trình nghiên cứu có định hướng rõ ràng và với các bước triển khai cụ thể.

Trước tiên, do điều kiện vận hành khác nhau nên các công trình xây dựng cần được phân loại trên góc độ đặc điểm sử dụng năng lượng. Có thể thấy rằng vào mùa hè, các công trình văn phòng vận hành chủ yếu trong giờ hành chính vào ban ngày trong điều kiện chênh lệch nhiệt độ giữa bên ngoài và bên trong lớn hơn so với các công trình nhà ở vận hành chủ yếu ngoài giờ hành chính vào ban đêm. Trong khi đó, các

công trình công cộng như siêu thị, bệnh viện lại làm việc trong giờ hành chính và kéo dài sang cả ngoài giờ hành chính. Khi đó, với cùng đặc điểm lớp vỏ công trình hay là cùng đặc điểm về truyền nhiệt nhưng năng lượng cần thiết cho điều hòa không khí ở mỗi công trình sẽ khác nhau. Vậy nên cần phải xét OTTV với từng nhóm công trình. Ngoài ra, hệ thống điều hòa không khí trong các công trình văn phòng, nhà công cộng, bệnh viện thường là tập trung và được điều khiển bởi bộ phận chuyên trách còn trong nhà ở lại là riêng lẻ và điều khiển phân tán. Do đó, ở Việt Nam từ góc độ sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả nên phân nhóm công trình để xây dựng hệ số tính toán OTTV bao gồm 3 nhóm: Văn phòng, nhà ở và bệnh viện, công trình công cộng.

Với từng nhóm công trình cần xây dựng mô hình công trình điển hình của nhóm để tiến hành mô phỏng. Đây là công việc rất quan trọng, đòi hỏi phân tích, tổng hợp các kết quả khảo sát thực tế với số lượng đủ lớn. Công trình điển hình cần có tính đại diện cao cho nhóm công trình đang xét. Thực tế cho thấy, công trình điển hình ở mỗi nước có sự khác biệt đáng kể phụ thuộc vào đặc điểm địa phương. Với Singapore [4], công trình văn phòng điển hình dùng trong mô phỏng có 10 tầng, mặt bằng hình vuông diện tích 625 m², không có kết cấu che nắng bên ngoài và công suất chiếu sáng là 20 W/m². Trong khi đó, công trình văn phòng cỡ lớn điển hình ở Philippine có 10 tầng với mặt bằng hình chữ nhật diện tích 1565 m², che nắng bên ngoài 1m và công suất chiếu sáng là 17,2 W/m² [5]. Còn ở Thái Lan [6] công trình văn phòng điển hình có 15 tầng với mặt bằng hình chữ nhật, công suất chiếu sáng 18,4 W/m². Các nghiên cứu về vấn đề này chưa được thực hiện đồng bộ ở nước ta, do đó, xây dựng mô hình công trình vẫn là vấn đề bỏ ngỏ. Đây là việc làm cần thiết ở Việt Nam trong thời gian tới.

Truyền nhiệt qua lớp vỏ công trình là một quá trình nhiệt động học phức tạp theo thời gian, phụ

thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Tiến trình nhiệt bên ngoài, hướng và cường độ bức xạ mặt trời thay đổi sẽ khiến giá trị truyền nhiệt qua lớp vỏ thay đổi và từ đó yêu cầu năng lượng cho việc điều hòa không khí cũng thay đổi theo. Cho đến nay, phương pháp tính toán truyền nhiệt và năng lượng tiêu thụ đã được nghiên cứu và phát triển và đã được chuẩn hóa. Để hỗ trợ cho việc tính toán, nhiều phần mềm đã được phát triển phục vụ cho việc tính toán tự động như EnergyPlus, DOE-2, eQuest, BLAST, NBSLD,... Trong số đó, DOE-2 và eQuest được sử dụng khá phổ biến. Các nghiên cứu đã cho thấy kết quả mô phỏng bằng các phần mềm này phù hợp với tính toán thủ công theo phương pháp của ASHRAE cũng như đo đạc kiểm chứng thực tế. Sử dụng phần mềm này cho phép đánh giá truyền nhiệt và năng lượng tiêu thụ theo từng giờ cụ thể và trung bình theo ngày, tháng hay năm. Đây là công cụ hữu hiệu để đánh giá ảnh hưởng của sự thay đổi các thông số thiết kế như vật liệu tường, hướng tòa nhà, cửa các kết cấu chắn nắng, ... đến tiêu thụ năng lượng của tòa nhà. Các nghiên cứu xây dựng công thức tính OTTV ở các nước Đông Nam Á cũng được thực hiện với sự hỗ trợ của phần mềm DOE-2.

Để vận hành DOE-2 cần xây dựng được cơ sở dữ liệu về thời tiết của khu vực nghiên cứu bao gồm các thông số về nhiệt độ theo giờ (8760 giờ trong một năm), gió, độ ẩm và bức xạ mặt trời. Chi tiết hóa dữ liệu thời tiết sẽ cho phép phân tích tỉ mỉ tiến trình nhiệt của công trình theo từng giờ trong cả năm.

Mô phỏng bằng phần mềm tính toán là một công cụ mạnh để phân tích, đánh giá OTTV trong mối tương quan với các thông số khác. Tuy nhiên, việc phân tích cần phải được thực hiện theo một quy trình nghiêm ngặt và với các giới hạn nhất định. Tổng kết kinh nghiệm mô phỏng [7] cho thấy, để phân tích trước tiên cần xác định rõ mục tiêu tiến hành, lựa chọn các biến số và khoảng biến thiên. Ở đây có thể đặt mục tiêu là phân tích một thành phần đã có trong OTTV hoặc đánh giá khả năng bổ sung thêm thành phần mới vào công thức tính OTTV. Nếu đặt mục tiêu đánh giá thành phần mới thì cần định dạng công thức tính mới. Tiếp theo cần xác định phương pháp phân tích công trình (theo khu vực được điều hòa, theo vùng bên ngoài, theo hướng, ...). Chạy mô phỏng có thể được tiến hành khi thay đổi một thông số hoặc một nhóm thông số tới đầu ra (nhu cầu tiêu thụ năng lượng hàng năm, nhu cầu đỉnh, yếu tố kinh tế, ..). Việc chạy mô phỏng phải được thực hiện với số lượng đủ để có thể xây dựng mô hình hồi quy.

Dựa trên mô hình hồi quy sẽ tiến hành lựa chọn dạng và các hệ số của công thức tính.

Và cuối cùng, để khẳng định sự phù hợp của công thức tính đã xây dựng nhờ phân tích thông số năng lượng nhờ mô hình mô phỏng, cần tiến hành các thí nghiệm, đo đạc thực tế tại công trình để kiểm chứng kết quả tính toán so với các giá trị thực tế. Việc áp dụng công thức tính thu được bằng mô phỏng cũng cần được thường xuyên đối chiếu, đánh giá. Qua đó, có thể đề xuất điều chỉnh các hệ số hoặc thêm, bớt các thành phần trong công thức. Khi đó, lại tiếp tục một chu kỳ nghiên cứu phân tích thông số năng lượng bằng mô hình mô phỏng mới nhằm dần hoàn thiện phương pháp tính.

5. Kết luận

Giá trị truyền nhiệt tổng qua lớp vỏ được sử dụng rộng rãi tại nhiều nước để đánh giá công trình từ góc độ sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Tuy nhiên, việc ứng dụng ở Việt Nam còn gặp nhiều trở ngại do chưa thiết lập được phương pháp tính toán thống nhất.

Phân tích kinh nghiệm của các nước trong việc thiết lập công thức tính giá trị truyền nhiệt tổng dựa trên phân tích thông số năng lượng bằng mô hình mô phỏng cho phép đề xuất hướng xây dựng công thức tính giá trị truyền nhiệt tổng cho các nhóm công trình ở Việt Nam. Đây là một nhiệm vụ có tính bức thiết cao, cần được thực hiện thông qua các chương trình, đề tài với sự tham gia rộng rãi của đội ngũ chuyên gia và sự hỗ trợ của các cơ quan chức năng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Joseph C. Lam, S. C. M. Hui. "A Review of Building Energy Standards and Implication for Hong Kong", *Building Research and Information*. Volume 24, Number 3, 1996, pp.131-140.
- [2]. "Building and Construction Authority of Singapore". (2008). *Code on envelope thermal performance for building*.
- [3]. Ministry of Energy, Telecommunications and Posts. (1989). *Guideline for Energy Efficiency in Buildings Malaysia*.
- [4]. Turiel I., Curtis R., Levine M. "Parametric Energy Analysis in Support of Singapore Energy Conservation Standards for Commercial Buildings", *Proceeding of the ASEAN Conference on Energy Conservation in Building*, Singapore, 29-31 May 1984.

- [5]. Department of Energy, Republic of the Philippines. (1993). "Guidelines for energy conserving design of building and utility systems". Air-Conditioning in Hot Climates, Lawrence Berkeley Laboratory Report LBL-28639, Kuala Lumpur, Malaysia.
- [6]. Chirarattanon S., Rakwamsuk P., Kaewkiew J. A. (1989). "Proposed Building Performance Standard for Thailand: An Introduction and Preliminary Assessment of the Potential for Energy Management". Proceeding of the ASEAN Special Sessions of the ASHRAE Far East Conference on
- [7]. Deringer J.J., Busch J.F. (1992). ASEAN-USAID Building Energy Conservation Project. Volume I: Energy Standards. Final Report LBL-32380.

Ngày nhận bài: 13/11/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 25/11/2015.

ẢNH HƯỞNG CỦA TỈ LỆ CỐT LIỆU ĐẾN TÍNH CHẤT MA SÁT GIỮA BÊ TÔNG VÀ THÀNH ỐNG BƠM THEO THỜI GIAN

ThS. **VŨ VĂN NHÂN**, TS. **NGUYỄN THẾ DƯƠNG**

Trường Đại học Duy Tân

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả thực nghiệm đo đặc thông số bơm của một số cấp phối bê tông bao gồm độ sụt, thông số ma sát giữa vữa bê tông và thành ống bơm theo thời gian lưu giữ vữa bê tông cũng như sự thay đổi của hàm lượng cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ. Kết quả thực nghiệm cho thấy tỉ lệ cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ trong cấp phối bê tông ảnh hưởng rất lớn đến tính công tác và tính dễ hay khó bơm của bê tông. Thí nghiệm cho thấy tỉ lệ $C/(C+Đ)$ tối ưu để phục vụ công tác bơm bê tông nằm trong khoảng từ 0.45 đến 0.50. Mặt khác, quy luật thay đổi của các thông số ma sát giữa bê tông với thành ống bơm không đồng nhất với quy luật thay đổi của độ sụt.

1. Mở đầu

Bơm bê tông là một trong những biện pháp vận chuyển bê tông từ vị trí tập kết đến vị trí đổ bê tông, là một trong những biện pháp được sử dụng phổ biến trên thế giới và ở nước ta. Hầu như các công trình cao tầng, công trình cầu, công trình thủy điện,... đều sử dụng biện pháp thi công này. Việc thi công đối với nhà dân tại các thành phố lớn cũng sử dụng bê tông thương phẩm và sử dụng biện pháp bơm. Tuy nhiên, trong thực tế, các kỹ sư của các trạm trộn cũng như kỹ sư vận hành máy bơm thường ít để ý đến việc tính toán thiết kế tối ưu thành phần bê tông để quá trình bơm được diễn ra thuận tiện nhất, an toàn nhất và tiết kiệm năng lượng nhất. Trong quá trình tính toán cấp phối phục vụ bơm, người ta thường mới chỉ để ý đến thông số độ sụt và thời gian lưu sụt. Tuy nhiên, một số nghiên cứu gần đây ở trong nước [1-3] cũng như quốc tế [4-7], các tác giả đã chỉ ra rằng, chỉ riêng thông số độ sụt chưa đủ để xác định được một loại bê tông dễ bơm hay khó bơm. Ngoài yếu tố độ sụt thì các tính chất tiếp xúc giữa bê tông và thành ống bơm đóng vai trò rất quan trọng. Các tính chất này bao gồm ngưỡng trượt ban đầu và hằng số nhớt bề mặt. Bê tông có ngưỡng trượt ban đầu lớn và hằng số nhớt bề mặt lớn là các bê tông khó bơm, ngược lại là bê tông dễ bơm.

Hiện nay, khi thiết kế cấp phối bê tông các nhà cung cấp bê tông thương phẩm thường căn cứ vào các yêu cầu về cường độ và độ sụt để chọn trước hàm lượng xi măng, tỉ lệ N/X và tỉ lệ $C/(C+Đ)$ để tính

toán hàm lượng các vật liệu thành phần. Các giá trị này thường được chọn chủ yếu dựa trên kinh nghiệm, sau đó tiến hành các thí nghiệm đánh giá các chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp bê tông và bê tông để kiểm tra, điều chỉnh. Trong hỗn hợp bê tông xi măng, cốt liệu (bao gồm cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ) chiếm đến 80-85% khối lượng, đây cũng là thành phần có tác động rất lớn đến tính công tác của hỗn hợp bê tông và cường độ của bê tông. Xét về mặt cấu trúc của hỗn hợp bê tông, để hỗn hợp bê tông có tính linh động cao thì các hạt cốt liệu phải dễ dàng trượt lên nhau, tức là giữa các hạt cốt liệu cần phải có một lớp màng vữa xi măng có chiều dày nhất định. Nếu giữ nguyên hàm lượng xi măng và tỉ lệ N/X thì khi tỉ lệ cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn trong hỗn hợp thay đổi thì chiều dày màng vữa này cũng thay đổi, dẫn đến tính công tác và tính dễ bơm của hỗn hợp cũng thay đổi. Cụ thể, nếu hỗn hợp có quá nhiều hàm lượng cốt liệu nhỏ sẽ làm tăng tỉ diện tiếp xúc bề mặt của hệ cốt liệu, bề dày màng vữa xi măng bao bọc sẽ mỏng đi, tính linh động của hỗn hợp cũng sẽ giảm đi, hỗn hợp khó bơm hơn. Ngược lại, nếu hỗn hợp có hàm lượng cốt liệu lớn quá lớn, bề dày màng vữa có thể tăng lên nhưng ma sát của các hạt cốt liệu lớn khi trượt lên nhau và ma sát của cốt liệu với thành ống bơm cũng tăng lên, do vậy tính linh động của hỗn hợp bê tông cũng kém đi và hỗn hợp cũng khó bơm hơn. Như vậy, tỉ lệ cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn cần nằm trong một giới hạn nhất định sao cho các tính công tác và tính dễ bơm của hỗn hợp bê tông đạt được là tốt nhất. Từ đó, có thể thấy rằng, cần thiết phải có những nghiên cứu cụ thể để đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ này đến tính công tác và tính dễ hay khó bơm của hỗn hợp bê tông, làm cơ sở cho việc lựa chọn tỉ lệ thành phần khi thiết kế cấp phối bê tông bơm.

Các nghiên cứu trước đây [1-7] mới chỉ dừng lại ở việc đánh giá ảnh hưởng của thể tích hồ xi măng, tỉ lệ N/X , hàm lượng hạt mịn đến các thông số ma sát của bê tông bơm. Các nghiên cứu trên cũng chưa đề cập đến ảnh hưởng của yếu tố thời gian, là một trong những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến các tính chất của bê tông. Trong nghiên cứu này, các tác giả khảo sát các thông số bơm và thông số độ sụt do ảnh hưởng của tỉ lệ cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ có xét đến yếu tố

thời gian của một số cấp phối bê tông được sử dụng trong sản xuất bê tông thương phẩm trên địa bàn Đà Nẵng. Do tính chất vận chuyển hỗn hợp bê tông thương phẩm trong khu vực, các kết quả khảo sát được thực hiện cho các mốc thời gian 0 phút, 30 phút, 60 phút và 90 phút.

2. Thí nghiệm xác định và tính toán thông số bơm

Các tài liệu [1-3, 6] đã trình bày một loại thí nghiệm mới để xác định các thông số ma sát tiếp xúc giữa bê tông tươi và thành ống bơm. Các thông số này bao gồm (1) ngưỡng trượt ban đầu τ_0 là cơ sở tính toán áp lực cần thiết ban đầu của piston để đẩy bê tông bắt đầu dịch chuyển trong ống và (2) hệ số nhớt bề mặt η đặc trưng cho tính chất tiếp xúc bề mặt giữa bê tông và thành ống bơm, thể hiện quan hệ giữa lực bơm và vận tốc bơm (lưu lượng bơm) khi bê tông đã dịch chuyển trong ống. Hai thông số ma sát này bổ sung thêm cho thông số độ sụt giúp thiết kế thành phần cấp phối cũng như thiết kế bơm bê tông. Các thông số này được gọi là thông số bơm bê tông.

Ứng suất trượt tại mặt tiếp xúc bê tông - thành ống khi bê tông dịch chuyển được tính [1-4]:

$$\tau = \tau_0 + \eta v \quad (1)$$

trong đó:

τ (Pa) là ứng suất trượt tại mặt tiếp xúc;

τ_0 (Pa) là ngưỡng trượt ở mặt tiếp xúc;

η (Pa.s/m) là hằng số nhớt;

v (m/s) là vận tốc trượt tương đối giữa bê tông và thành ống.

Trong trường hợp bê tông là dòng chảy đều, nếu xác định được các thông số τ_0 và η thì có thể xác định được áp lực bơm và lưu lượng bơm tương ứng. Trong trường hợp không phải là dòng chảy đều, các thông số này cho biết tính dễ bơm hay khó bơm của bê tông.

2.1 Nguyên lý thí nghiệm

Nguyên lý thí nghiệm, trình tự, thao tác thí nghiệm và xử lý kết quả được trình bày kỹ trong các tài liệu [2, 6]. Ở đây chúng tôi chỉ giới thiệu tóm tắt nguyên lý. Sự tiếp xúc giữa bê tông và thành ống bơm được mô phỏng lại theo sự tiếp xúc của một ống kim loại quay đều trong môi trường bê tông. Sự quay của trục được tạo ra và điều khiển bằng máy khuấy cơ học (hình 1a). Máy khuấy có thể ghi lại được tốc độ quay và mô men xoắn tương ứng. Tốc độ quay thay đổi theo thời gian được điều khiển bằng phần mềm. Bê tông đựng trong thùng chứa có đường kính 30 cm (hình 1b, c). Xi lanh hình trụ bằng thép có đường kính 106 mm, cao 100 mm (hình 1b). Các thông số của thiết bị được tham khảo dựa trên cơ sở các nghiên cứu trong tài liệu [6].

Để đo đạc và tính toán các thông số ma sát, thí nghiệm được tiến hành ở 8 tốc độ quay khác nhau, từ 12 vòng/phút đến 96 vòng/phút, gồm hai chu kỳ: Chu kỳ tăng tốc và chu kỳ giảm tốc. Mục đích của chu kỳ tăng tốc nhằm tạo ra lớp vữa giới hạn (lớp bôi trơn), mục đích của chu kỳ giảm tốc để xác định trị số mô men xoắn phục vụ cho việc tính toán các thông số ma sát của bê tông. Trong chu kỳ tăng tốc, vận tốc quay của xi lanh được tăng tuyến tính từ 0 đến 96 vòng/phút trong thời gian 3 phút. Trong chu kỳ giảm tốc thì vận tốc quay được lập trình cho giảm dần ở các cấp tốc độ khác nhau (96, 84, 72, 60, 48, 36, 24, 12 vòng/phút).

Mỗi thí nghiệm được thực hiện hai bước. Tại bước 1, bê tông được lấp đầy nửa bình chứa sao cho chỉ có mặt dưới của ống trụ được tiếp xúc với bê tông (hình 1b). Tại bước 2, bê tông được lấp đến cao độ mặt trên của ống, đảm bảo toàn bộ thành đứng tiếp xúc được với bê tông (hình 1c). Do quy luật phân bố ứng suất tiếp ở mặt đáy bê tông khó xác định nên trong thí nghiệm này, các thông số tiếp xúc giữa bê tông và thành ống được tính toán theo các giá trị ở bước 2 trừ đi các giá trị ở bước 1.



Hình 1. Bộ dụng cụ thí nghiệm đo ma sát tiếp xúc giữa bê tông tươi và mặt ống thép (tại phòng thí nghiệm Xây dựng, Đại học Duy Tân). (a) Đầu khuấy cơ-điện. (b) Xi lanh quay và thùng chứa, bê tông được đổ vừa tiếp xúc mặt đáy bình. (c) Bình chứa đầy bê tông và xi lanh quay trong bê tông.

2.2 Nguyên lý tính toán

Gọi T_1 và T_2 là các mô men xoắn tương ứng ở các bước 1 và 2 với mỗi tốc độ quay Ω áp đặt vào trục. Mô men xoắn tác dụng trên mặt đứng của xi lanh là $T = T_2 - T_1$. Từ mô men xoắn tính được ứng suất tiếp xúc giữa xi lanh và bê tông tươi:

$$\tau = \frac{T}{R(2\pi R h)} = \frac{T}{2\pi R^2 h} \quad (2)$$

trong đó R và h lần lượt là bán kính và chiều cao của xi lanh.

Tốc độ tiếp tuyến V_t tại mặt đứng của xi lanh được tính như sau:

$$V_t = \omega R = 2\pi \Omega R \quad (3)$$

trong đó:

ω là vận tốc góc tính theo rad/s;

Ω là vận tốc góc tính theo vòng/s ($\omega = 2\pi\Omega$).

Ngưỡng trượt đơn vị ở mặt tiếp xúc được tính:

$$\tau_0 = \frac{T_0}{2\pi R^2 h} \quad (4)$$

Hệ số nhớt đơn vị η ở mặt tiếp xúc được tính:

$$\eta = \frac{d\tau}{dV_t} = \frac{d\left(\frac{T}{2\pi R^2 h}\right)}{d(2\pi \Omega R)} = \frac{dT}{d\Omega} \frac{1}{(2\pi)^2 R^3 h} \quad (5)$$

Lưu ý rằng trong công thức (5), $dT/d\Omega$ chính là độ dốc tức thời của đường quan hệ $T-\Omega$ xác định từ số liệu thực nghiệm. Các phép đo với bê tông thông thường cho thấy quan hệ này có thể xấp xỉ tuyến tính. Do vậy $dT/d\Omega$ là độ dốc của đường quan hệ $T-\Omega$. Nếu đơn vị của các đại lượng chiều dài là mét, các đại lượng lực là Newton thì đơn vị của hệ số nhớt bề mặt là Pa.s/m.

3. Cấp phối bê tông thí nghiệm

Vật liệu chế tạo hỗn hợp bê tông thí nghiệm gồm:

+ Xi măng Kim Đình PCB40;

+ Cát vàng, $M_{dl} = 2.9$, đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 7570-2006;

+ Đá dăm $D_{max} = 20\text{mm}$, đảm bảo các yêu cầu theo TCVN 7570-2006;

+ Phụ gia Sika Plast 257;

+ Nước sạch.

Bảng 1. Các loại cấp phối bê tông

Tên cấp phối	Thành phần vật liệu cho 1m ³ bê			
	C (kg)	Đ0.5x1 (kg)	Đ 1x2 (kg)	C/(C+Đ) %
C35	633	176.25	998.75	35
C40	722	160.80	911.20	40
C45	799	147.15	833.85	45
C47	834	141.75	803.25	47
C48	851	138.90	787.10	48
C50	886	133.50	756.50	50
C55	973	120.00	680.00	55
C60	1064	106.35	602.65	60

Thành phần cố định cho 1m³ bê tông gồm có: Xi măng (X) 450 kg; nước (N) 171 lít, tỉ lệ N/X=0.38; phụ gia 1.0 lít/100 kg X. Các thành phần còn lại như bảng 1. Các cấp phối được chế tạo đáp ứng các yêu cầu theo [8]. 8 loại cấp phối có ký hiệu: C35, C40, C45, C47, C48, C50, C55, C60.

Mục tiêu của bài báo là đi khảo sát sự thay đổi của các thông số ma sát khi thay đổi tỉ lệ cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ trong cấp phối bê tông có xét đến yếu tố thời gian. Do vậy các cấp phối bê tông được điều chỉnh tỉ lệ C/(C+Đ) thay đổi, nhóm nghiên cứu lựa chọn tỉ lệ C/(C+Đ) hiện đang được sử dụng phổ biến cho các cấp phối bê tông thương phẩm là từ 45% đến 48% và mở rộng đến tỉ lệ 35% và 60%. Thời gian thí nghiệm đo đặc các thông số ma sát ở các mốc thời điểm 0 phút, 30 phút, 60 phút, 90 phút sau khi trộn hỗn hợp bê tông.

4. Kết quả thí nghiệm

Sau khi thực hiện thí nghiệm, kết quả thí nghiệm được tính toán và phân tích một cách nhanh chóng nhờ phần mềm "Pumping Parameters Calculation" [9]. Tập hợp kết quả thí nghiệm cho 8 cấp phối trên ở các thời điểm thí nghiệm khác nhau được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm.

Loại BT	Thông số bơm	Thời gian lưu vữa bê tông			
		00 phút	30 phút	60 phút	90 phút
C35	SN (cm)	18	17	15	10
	τ_0 (Pa)	87.89	122.89	78.12	125.80
	η (Pa.s/m)	391.39	493.05	549.72	804.36
C40	SN (cm)	19	18	15.5	11
	τ_0 (Pa)	59.11	84.02	58.96	94.64
	η (Pa.s/m)	329.08	433.09	505.72	708.41
C45	SN (cm)	20	19	16	12
	τ_0 (Pa)	48.17	63.61	46.61	68.89
	η (Pa.s/m)	321.24	415.51	465.36	620.28
C47	SN (cm)	21	19	17	13
	τ_0 (Pa)	42.9	49.28	41.95	54.91
	η (Pa.s/m)	305.66	367.2	423.48	558.59
C48	SN (cm)	21	19	17	14
	τ_0 (Pa)	40.26	44.22	36.74	46.28
	η (Pa.s/m)	277.77	346.5	415.87	540.4
C50	SN (cm)	19	18	16	13
	τ_0 (Pa)	46.42	60.60	45.93	65.07
	η (Pa.s/m)	322.09	395.23	454.73	594.34
C55	SN (cm)	17	15	12	7
	τ_0 (Pa)	50.17	64.74	49.74	78.37
	η (Pa.s/m)	334.24	418.63	482.17	630.57
C60	SN (cm)	17	15	10	5
	τ_0 (Pa)	58.58	69.42	50.33	81.84
	η (Pa.s/m)	368.17	440.87	497.15	659.03

Nhận xét:

- Độ sụt của bê tông cao nhất khi tỉ lệ C/(C+Đ) từ 45% đến 48%. Độ sụt giảm dần theo thời gian lưu sụt (hình 2a và hình 3a). Sự thay đổi độ sụt của các cấp phối có xu hướng gần như nhau (hình 3a). Mất sụt xảy ra rất nghiêm trọng ở thời điểm sau 60 phút đến 90 phút sau khi chế tạo hỗn hợp bê tông. Hình 2a cho thấy với cấp phối bê tông có tỉ lệ C/(C+Đ) $\leq 40\%$, độ sụt sau thời điểm 90 phút còn lại khá thấp (SN=10-11cm). Đối với cấp phối bê tông có tỉ lệ C/(C+Đ) từ 55% trở lên thì sự mất mát độ sụt còn lớn hơn. Đến thời điểm 90 phút, độ sụt chỉ còn lại khoảng 5 - 7cm, không đảm bảo tính công tác của hỗn hợp bê tông bơm. Có thể giải thích như sau: Phụ gia siêu dẻo thường chỉ có tác dụng trong khoảng thời gian từ lúc bắt đầu trộn hỗn hợp bê tông đến thời điểm 60 phút [10]. Sau thời gian này tác động của phụ gia hầu như không đáng kể dẫn đến độ sụt sẽ giảm đi đáng kể. Mặt khác, đối với bê tông có tỉ lệ C/(C+Đ), tức là hàm lượng cát cao thì tỉ diện tiếp xúc của cốt liệu lớn dẫn đến màng hồ xi măng bao bọc xung quanh cốt liệu

mỏng do vậy độ sụt của hỗn hợp bê tông thấp. Đối với bê tông có hàm lượng hạt thô lớn thì tính linh động cũng giảm do sự ma sát giữa các cốt liệu lớn với nhau lớn. Như vậy để đảm bảo tính công tác của hỗn hợp bê tông bơm theo thời gian thi công cũng nên khống chế tỉ lệ C/(C+Đ) trong khoảng từ trên 40% đến 50%.

- Giá trị ngưỡng trượt τ_0 có xu hướng tăng ở thời điểm 30 phút so với ban đầu (khi phụ gia chưa hoạt tác dụng hoàn toàn), sau đó giảm xuống ở thời điểm 60 phút và tăng trở lại ở thời điểm 90 phút (hình 2b). Sự giảm của thông số độ sụt ở thời điểm 60 phút có nghĩa là bê tông dễ được đẩy đi hơn, cho thấy xu hướng biến đổi khác với sự biến đổi của thông số độ sụt (thông số độ sụt ở thời điểm này giảm so với thời điểm ban đầu cho suy luận là bê tông sẽ khó bơm hơn).
- Hằng số nhớt bề mặt η có xu hướng tăng theo thời gian lưu vữa (hình 2c). Tốc độ tăng nhanh thể hiện trong thời gian từ 60 đến 90 phút. Có nghĩa là theo thời gian, cùng một áp lực bơm thì bê tông sẽ được bơm

với lưu lượng thấp hơn. Xu hướng biến đổi này cũng gần với xu hướng mất độ sụt một cách liên tục theo thời gian. Tuy nhiên, khi xem xét các cấp phối có cùng một giá trị độ sụt thì giá trị các thông số ma sát lại khác nhau đáng kể. Ví dụ cấp phối C40 và cấp phối C50 có giá trị độ sụt bằng 19 cm nhưng các giá trị ngưỡng trượt ban đầu và hằng số nhớt bề mặt khác biệt nhau rất lớn. Như vậy có thể thấy rằng chỉ tiêu độ sụt không phản ánh hoàn toàn được tính chất dễ hay khó bơm của hỗn hợp bê tông. Đây là vấn đề cần lưu tâm khi hiện nay các cấp phối bê tông bơm chủ yếu được thiết kế theo yêu cầu về độ sụt.

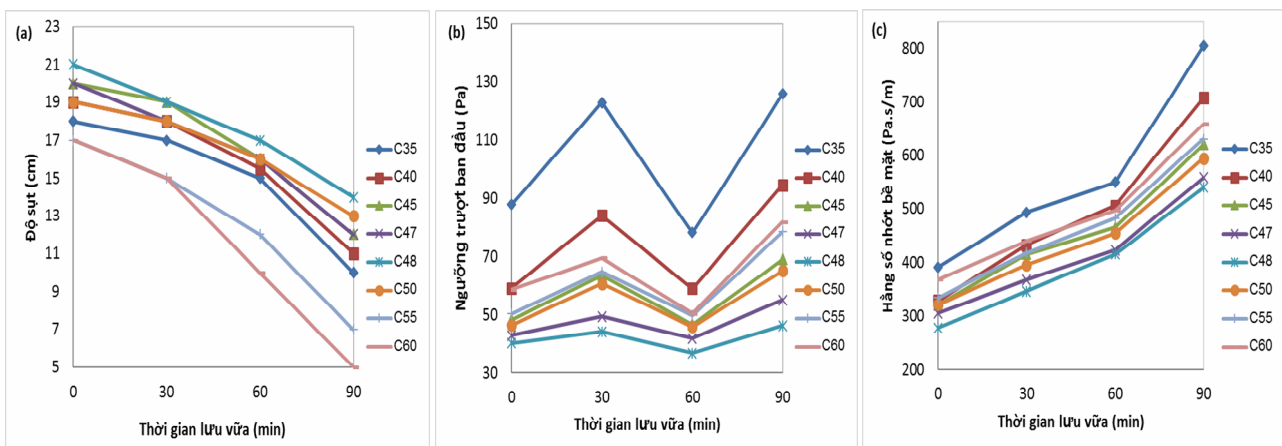
Quy luật tăng, giảm của các thông số ma sát theo thời gian như trên có thể giải thích theo cơ chế tác động của phụ gia: Thời điểm từ 0 phút đến 30 phút, tác dụng của phụ gia chưa hoàn toàn nên τ_0 và η tăng lên; thời điểm từ 30 phút đến 60 phút lúc này phụ gia gần như có tác dụng hoàn toàn nên τ_0 giảm đi đáng kể và η tăng chậm hơn; sau thời điểm 60 phút tác dụng của phụ gia hầu như không còn đáng kể nên τ_0 và η tăng nhanh hơn. Tuy nhiên ngoài yếu tố thời gian, còn có thể kể đến sự bốc hơi nước trong quá trình lưu vữa. Yếu tố này chưa được xem xét trong nghiên cứu này.

Vẫn theo các hình 2a, 2b và 2c, chúng ta thấy vị trí cao thấp của các đường τ_0 và η là giống nhau giữa các loại cấp phối. Tức là đối với một cấp phối thì nếu ngưỡng trượt ban đầu lớn thì hằng số nhớt bề mặt cũng lớn. Tuy nhiên, thứ tự các đường độ sụt lại không giống với thứ tự các đường thông số ma sát. Điều đó khẳng định thêm lần nữa rằng thông số độ

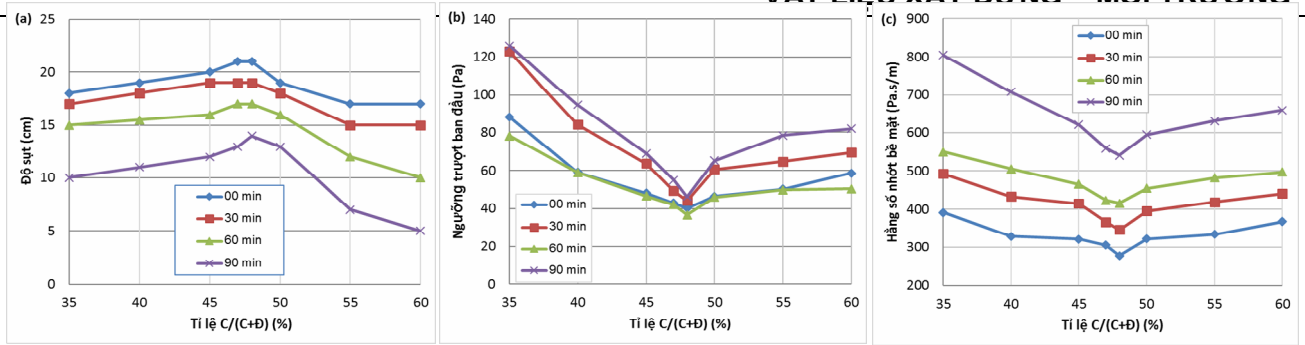
sụt không phản ánh hết được tính dễ bơm hay khó bơm của bê tông.

Thực tế trong quá trình bơm, giá trị τ_0 ảnh hưởng đến áp lực khởi động ban đầu để đẩy bê tông trượt đi. Khi hệ thống đã hoạt động ổn định thì η lại quyết định đến lưu lượng bơm khi áp lực bơm không đổi. Do đó, giá trị này thông thường được quan tâm hơn trong tính toán và sẽ quyết định đến tốc độ thi công hoặc/ và chi phí nhiên liệu cho máy bơm. Theo bảng 2 và 3, sự gia tăng của giá trị η chủ yếu xảy ra ở sau thời điểm 60 phút đến 90 phút, độ lớn và mức độ thay đổi của η tùy theo loại cấp phối với tỉ lệ C/(C+Đ) khác nhau. Như vậy, có thể thấy rằng với các hỗn hợp bê tông có thời gian thi công kéo dài sau 60 phút thì tỉ lệ C/(C+Đ) có tác động chủ yếu dẫn đến sự gia tăng về độ lớn của η .

Số liệu kết quả thí nghiệm xác định các thông số ma sát của các loại cấp phối bê tông thể hiện ở bảng 2 và các hình 3b, 3c cho thấy sự thay đổi đáng kể của các thông số ma sát của bê tông khi tỉ lệ C/(C+Đ) thay đổi. Các giá trị thông số τ_0 và η đạt giá trị nhỏ nhất ở các tỉ lệ 47% và 48%. Khi tăng tỉ lệ này lên dần đến 60% hay giảm dần xuống đến 35% thì giá trị thông số τ_0 và η cũng tăng dần lên và đạt giá trị rất lớn ở các tỉ lệ 40% và 35%. Điều này chứng tỏ khi hỗn hợp bê tông có quá nhiều cốt liệu lớn (đá dăm) hoặc quá nhiều cốt liệu nhỏ (cát) thì cũng trở nên khó bơm hơn. Qua các biểu đồ (hình 3a, 3b, 3c) cũng có thể thấy rằng tỉ lệ C/(C+Đ) tối ưu để hỗn hợp bê tông có độ sụt lớn và các thông số ma sát nhỏ, bê tông linh động và dễ bơm hơn nằm trong khoảng từ 45% đến 50%.



Hình 2. Quan hệ giữa các thông số độ sụt, ma sát và thời gian lưu vữa



Hình 3. Quan hệ giữa các thông số độ sụt và ma sát theo thời gian và theo tỉ lệ C/(C+D)

4. Kết luận

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm về tính chất lưu biến và ma sát của bê tông thương phẩm phụ thuộc vào thời gian lưu vữa, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ đến các tính chất này. Một số kết luận có thể rút ra như sau:

- Đối với hỗn hợp bê tông thí nghiệm, khi thời gian lưu sụt kéo dài đến thời điểm 90 phút thì tác động của phụ gia siêu dẻo ở hàm lượng 1.0 lít/100 kgX là không đáng kể, lúc này yếu tố ảnh hưởng đến tính chất ma sát của bê tông là tỉ lệ giữa cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ trong cấp phối bê tông.
- Hàm lượng cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ trong cấp phối bê tông có tác động rất lớn đến tính chất ma sát của bê tông bơm. Đối với bê tông sử dụng trong thí nghiệm thì tỉ lệ C/(C+D) nằm trong khoảng từ 45% đến 50% là phù hợp nhất để đảm bảo tính dễ bơm cũng như tính công tác của bê tông.
- Thông số độ sụt không đủ phản ánh hết được tính dễ bơm hay khó bơm của hỗn hợp bê tông. Sự tăng lên hay giảm xuống của các thông số ma sát phản ánh tính dễ hay khó bơm của hỗn hợp bê tông không tuân theo quy luật tăng, giảm của độ sụt. Do vậy, cần thiết bổ sung thí nghiệm đo các thông số ma sát để nghiên cứu, đánh giá tác động của các thành phần cấp phối bê tông đến tính chất ma sát của bê tông bơm. Từ đó có cơ sở xây dựng chỉ dẫn cụ thể thiết kế cấp phối bê tông bơm, bổ sung cho chỉ dẫn thiết kế hỗn hợp bê tông bơm hiện nay vốn hầu hết mới chỉ dừng lại ở phép đo độ sụt.

Lời cảm ơn

Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài NCKH cấp trường, mang mã số 3497/QĐ-ĐHDT-64 tại Đại học Duy Tân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Thế Dương, Đỗ Vũ Thảo Quyên, Phan Đình Thoại, Huỳnh Quốc Minh Đức (2014), "Ảnh hưởng của hồ xi măng và tỉ lệ n/x đến tính chất ma sát giữa bê tông và thành ống bơm bằng thép", *Tạp chí Khoa học công nghệ Xây dựng*, Bộ Xây dựng, số 08/2014, trang 72-76.
- [2]. Đỗ Vũ Thảo Quyên, Nguyễn Thế Dương, Huỳnh Quốc Minh Đức, Phan Đình Thoại (2014), "Thí nghiệm đo các thông số ma sát tiếp xúc bê tông và thành ống bơm". *Tạp chí Khoa học Công nghệ Duy Tân*, 11/2014, trang 70-75.
- [3]. Nguyễn Thế Dương, Ngô Tiến Tùng, Phạm Quang Nhật (2012), "Ma sát và cách xác định ma sát của bê tông tươi trong thành ống bơm", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Duy Tân*, số 4.
- [4]. Kaplan, Denis. (2000). *Pompape des Bétons, Etudes et recherches des laboratoires des Ponts et Chaussées*, vol. 36. ISBN : 2-7208-2010-5.
- [5]. Chapdelaine, Frédéric. (2007). *Étude fondamentale et pratique sur le pompape du béton (Nghiên cứu cơ sở và thực nghiệm bơm bê tông)*, Luận văn Tiến sỹ, Faculté des études supérieures de l'Université Laval, Canada.
- [6]. T.T. Ngo, E.H. Kadri, R. Bennacer, F. Cussigh, Use of tribometer to estimate interface friction and concrete boundary layer composition during the fluid concrete pumping, *Construction and Building Materials*, Volume 24, Issue 7, July 2010, Pages 1253-1261, ISSN 0950-0618, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.12.010>.
- [7]. Dimitri Feys, Kamal H. Khayat, Aurelien Perez-Schell, Rami Khatib, Prediction of pumping pressure by means of new tribometer for highly-workable concrete, *Cement and Concrete Composites*, Volume 57, March 2015, Pages 102-115, ISSN 0958-9465, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2014.12.007>.

- [8]. TCVN 9340:2012, *Hỗn hợp bê tông trộn sẵn – Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu*, Tiêu chuẩn Việt Nam.
- [9]. Nguyễn Thế Dương (2015), “Phần mềm Pumping Parameters Calculation tính toán thông số ma sát bê tông tươi - thành ống thép”. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Duy Tân* (2) 15, 06/2015, trang 69-75.
- [10]. N. Spiratos, M. Page, N. Mailvaganam, V.M. Malhotra, C. Jolicoeur. *Phụ gia siêu dẻo – Nguyên lý cơ bản công nghệ và ứng dụng thực tiễn*. Quebec, Canada, 2006, trang 96.

Ngày nhận bài: 09/11/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 25/11/2015.

CHIẾN LƯỢC GIẢM NHẸ VÀ THÍCH ỨNG TRONG KIẾN TRÚC ỨNG PHÓ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TS.KTS. **LÊ CHIẾN THẮNG**

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

ThS. **NGUYỄN SƠN LÂM**

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã bắt đầu cho thấy những hệ lụy trong mọi lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực xây dựng. Ứng phó BĐKH đã trở thành một trong những vấn đề quan tâm chính trong thiết kế kiến trúc. Nhiều xu hướng kiến trúc thân thiện với môi trường đã có những đóng góp tích cực với các chiến lược giảm nhẹ và thích ứng khác nhau hướng tới tính bền vững trong môi trường xây dựng. Bài báo sẽ trình bày các chiến lược giảm nhẹ và thích ứng trong các xu hướng kiến trúc đó.

1. Tổng quan về BĐKH và ảnh hưởng của BĐKH trong lĩnh vực xây dựng

BĐKH đang tác động đáng kể đến các thành phần, khả năng phục hồi hoặc sinh sản của các hệ sinh thái tự nhiên và đến hoạt động và quản lý của các hệ thống kinh tế - xã hội hoặc đến sức khỏe và phúc lợi của con người. Sự thay đổi trạng thái của khí hậu trung bình trong khoảng thời gian dài (thường vài thập kỷ hoặc dài hơn) có thể gây ra sự biến đổi trên quy mô toàn cầu và sự thay đổi trong toàn bộ hệ thống khí hậu trái đất. Biến đổi khí hậu có thể do quá trình tự nhiên bên trong, các tác động bên ngoài hoặc do các hoạt động của con người (trong khai thác và sử dụng tự nhiên) làm thay đổi thành phần khí quyển. Ảnh hưởng của BĐKH tới nhà và công trình xây dựng dưới nhiều hình thức khác nhau. Mưa axit, bão lốc, nước biển dâng,...phá hủy, ăn mòn, làm hư hỏng các công trình kiến trúc.

Để ứng phó với những mối đe dọa và đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững, phương pháp tiếp cận mới trong thiết kế và thi công xây dựng là điều kiện bắt buộc, trong đó phải đồng thời giải quyết các yêu cầu phức tạp của môi trường với các nguồn tài nguyên hữu hạn của trái đất và nhu cầu xã hội và kinh tế đương đại. Khái niệm mới về thiết kế tích hợp với việc sử dụng năng lượng bền vững đã được phát triển, kết hợp với trách nhiệm với môi trường với chiến lược giảm nhẹ các tác động do con người tạo ra và thích ứng các điều kiện khí hậu.

Các hệ thống tự nhiên thích ứng với hệ sinh thái là một trong những hướng giải pháp giúp các tòa nhà và công trình tồn tại thân thiện với môi trường sống. Trong thiên nhiên, mọi sinh vật sống trong quá trình tiến hóa, phải phản ứng với các điều kiện thay đổi mà không làm suy giảm nguồn lực của mình và thay đổi trạng thái cân bằng của hệ sinh thái của bản thân. Trong bối cảnh đang phải đối mặt với tốc độ gia tăng nhanh chóng và cường độ thay đổi lớn hiện nay, thái độ “thích ứng” của môi trường xây dựng bằng nhận thức và ứng xử tạo nên cơ sở lý thuyết cho việc thiết kế xây dựng trong tương lai. Muốn phát triển thịnh vượng, con người cần phải học lại cách bắt chước các hệ thống trao đổi chất thích ứng có hiệu quả cao trong tự nhiên, kết hợp với công nghệ hiện tại và tương lai để có thể thiết kế “bền vững” nhất.

2. Chiến lược giảm nhẹ và thích ứng trong thiết kế kiến trúc

Nguyên nhân của BĐKH chính là do các hoạt động sinh hoạt và sản xuất của con người. Phát thải từ công trình xây dựng chiếm gần một nửa lượng CO₂ trong khí quyển còn tổng năng lượng tiêu thụ cho công trình chiếm tới gần 50% [6]. Nói cách khác, sử dụng năng lượng trong công trình là “một nửa nguyên nhân” gây ra BĐKH. Để hạn chế tác động tiêu cực của BĐKH, cần phải có sự chung tay của mọi cộng đồng, quốc gia nhằm đưa ra các phương án chung có thể thực hiện trên phạm vi toàn cầu. Biến đổi khí hậu là do một quá trình lâu dài tác động của con người tạo nên, muốn khắc phục được BĐKH cũng phải là một quá trình khắc phục lâu dài.

Vì vậy, thiết kế và xây dựng nhà và công trình hiện nay đòi hỏi có hiệu quả năng lượng cao, giảm tiêu thụ năng lượng hóa thạch nhằm cố gắng đưa nồng độ CO₂ trong khí quyển trở về mức 350 ppm của năm 1990 được xem như một bước “đẩy lùi BĐKH”. Trong gần 20 năm qua, nhiều nước trên thế giới đã đi theo hướng này và đã đạt kết quả cao. Tại Mỹ năm 2006 có 5.000 tòa nhà, năm 2010 có 100.000

tòa nhà và 1 triệu ngôi nhà ở đơn lẻ được cấp chứng chỉ Công trình xanh, giảm được trung bình từ 30% đến 50% tổng tiêu thụ năng lượng điện và nước sạch. Tại Kuala Lumpur, Malaysia có tòa nhà văn phòng Putrajaya, giảm được khoảng 60% (còn 100 kWh/m²/năm) và có thể tiếp tục giảm tới 80% năng lượng trong thời gian tới. Như vậy việc xây dựng các tòa nhà giảm 30 - 50% năng lượng tiêu thụ là hoàn toàn có thể thực hiện được [2].

Để làm được như vậy, kiến trúc sư cần phải thay đổi phương thức làm việc, phương pháp thiết kế, đề cao thiết kế tích hợp, trong đó kiến trúc sư chỉ là một phần của một hệ thống trong thiết kế và xây dựng công trình từ giai đoạn ban đầu tới quá trình phá hủy hoặc tái chế. Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (UNFCCC) sử dụng hai thuật ngữ quan trọng là giảm nhẹ và thích ứng.

2.1 Chiến lược giảm nhẹ

Giảm nhẹ là nhằm giảm lượng khí thải để hạn chế sự ấm lên toàn cầu hoặc “*tránh mất khả năng kiểm soát*” hay phát triển “*thân thiện với khí hậu*” bằng cách giảm thiểu phát thải khí nhà kính. Giảm nhẹ đóng vai trò quan trọng trong việc làm chậm tốc độ biến đổi của khí hậu. Hệ thống khí hậu đã thực sự bị biến đổi và quá trình này sẽ tiếp tục trong thời gian dài tiếp theo, do đó chiến lược giảm nhẹ sẽ phải được thực hiện liên tục và lâu dài.

Để thực hiện chiến lược giảm nhẹ, cần phải áp dụng nhiều giải pháp như giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính thông qua giảm mức tiêu hao nguyên nhiên liệu, giảm hoặc thay thế các loại nhiên liệu hóa thạch bằng nguồn năng lượng tái tạo, ứng dụng các giải pháp thiết kế và xây dựng mới và cải tạo nhà và công trình nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, phát triển đô thị xanh và công trình xanh, chuyển đổi nguyên liệu, nhiên liệu và vật liệu đầu vào theo hướng phát thải carbon thấp trong sản xuất vật liệu và xây dựng công trình, ứng dụng công nghệ hiệu quả để xử lý nước thải, rác thải cho các đô thị và điểm dân cư,...

2.2 Chiến lược thích ứng

Thích ứng là “*kiểm soát những gì không thể tránh được*” để phát triển “*an toàn cho khí hậu*” bằng cách giảm nhẹ khả năng làm tổn hại trực tiếp và gián tiếp tới các cấp độ của BĐKH. Chiến lược thích ứng có nghĩa là phải có điều chỉnh để thích ứng với sự biến

đổi không thể tránh khỏi của khí hậu thông qua việc hạn chế tối đa xây dựng cơ sở hạ tầng và công trình và duy trì hệ sinh thái lành mạnh. Quan trọng hơn, chiến lược thích ứng không làm hỏng những nỗ lực giảm nhẹ để ổn định phát thải khí nhà kính đến mức chấp nhận được. Ủy ban liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC 2008) đã định nghĩa bốn loại thích ứng như sau:

- **Thích ứng chủ động:** Thích ứng diễn ra trước khi tác động thực tế BĐKH xảy ra. Thích ứng như vậy là một biện pháp chặn trước để ngăn chặn hoặc giảm nhẹ những tác động có thể của BĐKH. Thích ứng trước sẽ bịt các lỗ hổng trong hệ thống tự nhiên và nhân tạo cũng như gia tăng các chi phí và lợi ích của hành động so với không hành động.
- **Thích ứng theo hoạch định:** Thích ứng là kết quả của một quyết định chính sách có chủ ý, dựa trên một nhận thức rằng điều kiện đã thay đổi hoặc muốn thay đổi và hành động đó là cần thiết để trở lại, để duy trì hoặc đạt được một trạng thái mong muốn.
- **Thích ứng phản ứng:** Thích ứng diễn ra sau tác động của BĐKH.
- **Thích ứng tự phát:** Thích ứng mà không tạo ra một phản ứng có ý thức đối với khí hậu mà được khởi động bởi những thay đổi trong các hệ thống sinh thái tự nhiên hoặc thay đổi trong các hệ thống phúc lợi xã hội [6].

Việc áp dụng rộng rãi các công nghệ tiên tiến trong quá trình thiết kế thích ứng có thể chứng minh hiệu quả giảm mức tiêu thụ và lượng khí thải, đặc biệt là trong lĩnh vực xây dựng. Tuy nhiên, căn cứ vào kịch bản BĐKH đã được xây dựng, hoạt động giảm nhẹ dài hạn cần phải được kết hợp với chiến lược thích ứng ngắn hạn để bảo đảm sự phát triển bền vững liên tục. Để thỏa mãn thách thức trong tương lai, cần phải có những kỹ thuật trong công trình để có thể thay đổi thích ứng theo các điều kiện thay đổi như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, mưa... Thực tế sự vận hành của tòa nhà thích ứng chỉ đơn giản là mở rộng các ý tưởng và nguyên tắc phù hợp với các đề xuất của Darwin, đó là khả năng tồn tại phụ thuộc vào khả năng thích ứng với sự thay đổi môi trường. Nhìn vào hệ thống tự nhiên, có thể nhận ra rằng tất cả sinh vật sống đã phát triển các cơ chế thích nghi để giúp chống lại điều kiện khí hậu thường xuyên thay đổi theo từng hoàn cảnh. Các loài có thể thích ứng với những thay đổi trong môi trường sẽ tồn tại trong khi các loài không thể thích ứng sẽ sớm bị đào thải.

3. Các xu hướng kiến trúc với chiến lược giảm nhẹ và thích ứng

Kiến trúc thân thiện với môi trường đã xuất hiện từ lâu trong các công trình truyền thống trên thế giới. Nhưng cùng với những vấn đề về năng lượng và khí hậu trong thế kỷ 20, nghiên cứu và thực hành thiết kế kiến trúc và xã hội đi sâu vào từng khía cạnh cụ thể của môi trường, sinh thái. Nhiều xu hướng kiến trúc thân thiện với môi trường ra đời, mỗi xu hướng tuy có mục đích chung nhưng đều có hướng đi riêng theo tên gọi của nó.

3.1 Kiến trúc sinh thái

Kiến trúc sinh thái bao gồm 3 nhánh chính, đó là kiến trúc sinh thái công nghệ thấp (low-tech), công nghệ cao (high-tech) hoặc công nghệ sinh thái (eco-tech) và chiết trung. Trong đó kiến trúc sinh thái công nghệ thấp là kiến trúc thời kỳ đầu, đơn giản với các giải pháp thiết kế theo điều kiện khí hậu của khu vực. Kiến trúc sinh thái này sử dụng vật liệu tự nhiên như: Đất, đá, gỗ, tranh, tre...theo kinh nghiệm xây dựng truyền thống. Ngược lại là kiến trúc sinh thái công nghệ cao được biểu hiện dưới dạng các tổ hợp công trình đa năng kính thép quy mô lớn và các hệ thống kỹ thuật tiên tiến nhằm đạt hiệu quả sử dụng năng lượng tối đa. Giữa hai trường phái kiến trúc sinh thái trên là kiến trúc sinh thái chiết trung, trong đó kết hợp công nghệ vật liệu mới và kỹ thuật xây dựng cao nhưng vẫn sử dụng những kinh nghiệm truyền thống để ứng xử hài hòa với khí hậu và môi trường [1].

Hệ sinh thái là khái niệm cơ bản làm cơ sở tiếp cận kiến trúc vào sinh thái. Kiến trúc sinh thái bảo tồn sự bền vững của hệ sinh thái tự nhiên, đa dạng sinh học của khu vực xây dựng, đô thị và lãnh thổ, khôi phục các hệ sinh thái bị tổn thương, tài nguyên thiên nhiên, sinh thái nhân văn. Mặc dù có 3 nhánh cơ bản với phương pháp thiết kế khác nhau, chiến lược giảm nhẹ hướng tránh sử dụng năng lượng phi tái tạo, sử dụng vật liệu tái chế và phát thải độc hại thấp. Trong khi đó, chiến lược thích ứng chủ động tạo ra các môi trường tự nhiên trong công trình và khu vực, bù đắp và phục hồi một phần môi trường tự nhiên bị mất đi do quá trình xây dựng tạo nên, tận dụng các điều kiện tự nhiên thuận lợi phù hợp với hệ sinh thái và khí hậu địa phương.

3.2 Kiến trúc môi trường

Môi trường là tập hợp tất cả các thành phần của thế giới vật chất bao quanh, bao gồm các chất vô cơ, hữu cơ, khí hậu, có khả năng tác động đến sự tồn tại và phát triển của mỗi sinh vật. Ngoài môi trường thiên nhiên còn có môi trường xã hội, môi trường nhân văn (tổng thể các mối quan hệ giữa con người, cộng đồng, thể chế chính trị, kinh tế, xã hội) và cả các môi trường nhân tạo. Mục tiêu của kiến trúc môi trường là tạo lập môi trường vệ sinh, lành mạnh thích ứng với các loại sinh vật; bảo vệ môi trường sống của con người và sinh vật trong hệ sinh thái và giảm nhẹ, khắc phục tình trạng ô nhiễm môi trường. Các nguyên tắc của kiến trúc môi trường bao gồm: Tạo dựng môi trường trong nhà lành mạnh tiện nghi; hiệu quả năng lượng; sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường sinh thái; gắn kết hình dạng công trình kiến trúc với địa điểm; môi trường khu vực và khí hậu và thiết kế đạt hiệu quả, bền vững, dễ dàng tháo dỡ khi hết tuổi thọ công trình.

3.3 Kiến trúc sinh khí hậu

Kiến trúc sinh khí hậu được James Marston Fitch đề cập trong bài báo "Mối quan tâm kiến trúc trong thiết kế khí hậu" vào năm 1948. Nhưng anh em Victor và Aladar Olgyay mới được coi là những người tiên phong trong lĩnh vực này khi đưa kiến trúc sinh khí hậu thành môn khoa học với cuốn sách "*Tiếp cận sinh khí hậu vào kiến trúc*" năm 1953.

Kiến trúc sinh khí hậu quan tâm xem xét đến các điều kiện khí hậu đặc trưng của địa điểm nhằm thiết kế những công trình phù hợp với các điều kiện đặc trưng đó. Do đó, kiến trúc sư phải xem xét các yếu tố như điều kiện tiện nghi con người (tiện nghi nhiệt, thị giác,...) cũng như các yếu tố khí hậu như nắng, gió, độ ẩm,...nhằm tận dụng tối đa các điều kiện tự nhiên thuận lợi và giảm các điều kiện bất lợi để tạo điều kiện sống tiện nghi cho con người trong các công trình, qua đó giảm sử dụng năng lượng, tiết kiệm kinh phí đầu tư và vận hành, giảm ô nhiễm môi trường [3].

3.4 Kiến trúc xanh

Kiến trúc xanh là xu hướng thiết kế hướng tới việc tạo ra công trình thân thiện với môi trường trong suốt vòng đời của công trình từ quá trình lựa chọn địa điểm, thiết kế, xây dựng, vận hành, bảo dưỡng và tháo dỡ. Các nguyên tắc thiết kế công trình xanh bao gồm:

- *Phân tích khí hậu địa phương và địa điểm xây dựng*: Phân tích địa chất, lựa chọn địa điểm xây dựng, các công trình và vật thể bao quanh, khí hậu địa phương, hướng tiếp cận và hướng của khu đất, các yếu tố địa hình, ưu nhược điểm của các nguồn tài nguyên và các loại hình sinh thái bền vững cùng với mối quan hệ về thời gian và cường độ sử dụng.

- *Hệ thống kết cấu linh hoạt và thích ứng*: Kiểm soát các đặc điểm của kết cấu (tạm thời hoặc vĩnh cửu), khả năng liên kết với các thành phần nội thất, kết cấu vỏ bao che công trình, các hệ thống kỹ thuật và hiệu quả thẩm mỹ.

- *Vật liệu xây dựng xanh*: Sản phẩm tiên chế và tiêu chuẩn hóa, kết cấu phù hợp, vật liệu hoàn thiện, chi phí, thi công, có nguồn gốc thực vật, phương pháp trồng trọt (vật liệu tự nhiên), năng lượng biểu hiện, thành phần tái chế và tái sử dụng, mức độ độc hại,...

- *Kết cấu lớp vỏ bao che công trình*: Hoạt động như một bộ lọc năng động và tương tác giữa môi trường bên trong và bên ngoài để kiểm soát các dòng năng lượng, trực tiếp hoặc gián tiếp.

- *Năng lượng tái tạo*: Tích hợp trong cấu trúc của tòa nhà có thể khai thác trực tiếp các nguồn năng lượng tại chỗ hoặc trong khu vực tập trung mà không gây hoặc gây ít tác động tới môi trường sinh thái.

- *Hệ thống HVAC*: Cung cấp các điều kiện tiện nghi cho người sử dụng về nhiệt, chất lượng không khí, sử dụng các kỹ thuật hoàn toàn thụ động, điều chỉnh cơ khí hoặc hệ thống lại.

- *Sử dụng nước*: Hệ thống và chiến lược thu nước, lưu trữ, phân phối, sử dụng, tái chế và tái sử dụng nước (nước mưa, nước xám) [6].

3.5 Kiến trúc phỏng sinh học

Kiến trúc phỏng sinh nghiên cứu thực tiễn tốt nhất từ thiên nhiên và áp dụng vào thiết kế và quy trình giải quyết các vấn đề của con người dựa trên sự hoàn thiện kỹ năng sinh tồn của các loài sinh vật trong quá trình tồn tại lâu dài trên trái đất bằng cách thích ứng với môi trường để đảm bảo thức ăn và nơi trú ẩn mà không cần sử dụng nhiên liệu hóa thạch hoặc tạo ra chất gây tổn hại đến hệ sinh thái. Ngược lại với các công nghệ của con người, mọi hệ thống và kết cấu tự nhiên luôn hoạt động thống nhất dựa trên nguồn năng lượng trực tiếp và gián tiếp từ mặt trời để tương tác với địa hóa của trái đất để duy trì mọi hệ thống tái tạo sinh học. Công trình "phỏng sinh học" là nơi có sự phối hợp linh hoạt các thành phần góp phần vào sự

trao đổi chất và cuộc sống của các sinh vật sống – là phương pháp thiết kế dựa trên sự kết hợp của mọi lĩnh vực chuyên môn liên quan với nhau, các tòa nhà được so sánh với sinh vật sống có khả năng đối phó với khí hậu và địa hình và tiện nghi mà không cần sử dụng các dạng năng lượng phi tái tạo.

Có nhiều dạng phỏng sinh học như phỏng sinh học cấu trúc (lá sen, vây cá mập,...), vận động (bay, bơi,...), kết cấu (treo, màng, vỏ,...), khí hậu (tổ mối),... Các dạng phỏng sinh học có những đặc điểm, tiềm năng đa dạng cho phép áp dụng ở nhiều hình thức khác nhau trong lĩnh vực thiết kế xây dựng, nhằm làm cho công trình giống như các thực thể tồn tại bền vững trong tự nhiên [5]. Thông qua đó, công trình sẽ giảm tác động tiêu cực tới khí hậu và hệ sinh thái của khu vực.

3.6 Kiến trúc hiệu quả năng lượng

Mục tiêu của kiến trúc hiệu quả năng lượng là làm cho công trình tiêu thụ ít năng lượng có nguồn gốc hoá thạch, không phát thải khí CO₂ (carbon neutral) hoặc phát thải rất thấp, khai thác tối đa năng lượng tự nhiên, năng lượng tái tạo, năng lượng sinh học trong tất cả các quá trình hoạt động của tòa nhà thi công xây dựng, chế tạo cấu kiện, vật liệu đến quá trình vận hành công trình (sưởi ấm, làm mát, chiếu sáng, giao thông, các thiết bị phục vụ cho công việc và sinh sống), quá trình bảo dưỡng cho đến khi cải tạo, phá dỡ, huỷ bỏ hoặc sử dụng lại một phần công trình [3].

3.7 Kiến trúc thích ứng

Kiến trúc thích ứng phải có tính thích ứng và linh hoạt. Cụ thể là thích ứng với điều kiện khí hậu địa phương, thích ứng với quy mô đô thị và hạ tầng kỹ thuật đô thị, thích ứng và linh hoạt với sự phát triển công nghệ Kiến trúc thích ứng đề cao tính linh hoạt và ứng dụng công nghệ mới trong thiết kế nhằm đáp ứng sự thay đổi trong tương lai do sự phát triển của công nghệ nhanh và đa dạng dẫn tới phương thức làm việc, sinh hoạt của con người liên tục thay đổi đa dạng [4]. Một ví dụ điển hình là hiện nay với sự phát triển của kỹ thuật số, con người đã thay đổi phương pháp làm việc và sinh hoạt, mô hình "sống và làm việc trong cùng một địa điểm" đang hình thành trong nhiều lĩnh vực và khu vực đô thị, tương phản hoàn toàn với phương pháp làm việc và lối sống truyền thống, từ đó dẫn tới sự thay đổi trong thiết kế quy hoạch và kiến

trúc truyền thống với sự phân biệt rõ ràng chức năng làm việc, ở, thương mại, giải trí,...

3.8 Ứng dụng chiến lược giảm nhẹ và thích ứng ở Việt Nam

Trong nhiều năm trở lại đây, các xu hướng kiến trúc trên đã được nhiều Kiến trúc sư Việt Nam quan tâm. Các xu hướng kiến trúc xanh với mối quan tâm tới các vấn đề năng lượng và môi trường ở Việt Nam đang được phát triển và đã đạt được những thành công bước đầu, dần tiến tới hiện thực hóa các chiến lược và chương trình của Nhà nước nhằm giảm nhẹ và thích ứng với BĐKH. Các chiến lược thiết kế đa dạng được áp dụng, từ các giải pháp sinh thái công nghệ thấp tới các giải pháp công trình xanh công nghệ cao tiết kiệm năng lượng, sử dụng năng lượng tái tạo tại chỗ, tái chế chất thải, tái sử dụng nước,... Các loại hình công trình xanh cũng phát triển đa dạng từ dạng nhà ở thấp tầng tới các trung tâm thương mại cao tầng. Tuy nhiên, sự phát triển các chiến lược giảm nhẹ và thích ứng này mới chỉ đang ở giai đoạn khởi đầu. Trong tương lai, để đạt hiệu quả cao hơn, các chiến lược này cần phải được áp dụng ở cấp đô thị với sự phát triển các đô thị thông minh nơi mà tổng thể đô thị trở thành một cơ thể xanh với các công trình kiến trúc xanh là những bộ phận không thể tách rời. Để làm được điều đó không chỉ có sự nỗ lực của các nhà thiết kế xây dựng mà còn của mọi tầng lớp trong xã hội.



Hình 1. Tòa nhà OneUN đạt chứng chỉ Vàng (nguồn: VGBC)

4. Kết luận

Áp lực phải có những thay đổi căn bản trong phương pháp thiết kế đã dẫn tới sự ra đời nhiều xu hướng thiết kế với những sự quan tâm khác nhau nhưng nói chung đều hướng tới các vấn đề về năng lượng, môi trường, sinh thái, các nguồn tài nguyên, chất và phát thải. Các xu hướng thiết kế trên đều có các chiến lược thích ứng và giảm nhẹ theo nhiều cách với các cấp độ và mối quan tâm khác nhau. Các giải pháp thiết kế cũng mang tính chất tổng thể và đồng bộ từ quy hoạch đô thị, thiết kế kiến trúc, kết cấu, hệ thống kỹ thuật, vật liệu, biện pháp thi công, bảo dưỡng và vận hành. Tuy nhiên, xu hướng kiến trúc nào cũng có những nhược điểm của nó do đó cần có các chiến lược, chương trình cũng như biện pháp khác ngoài công tác thiết kế. Các chiến lược giảm nhẹ và thích ứng phải được thực hiện liên tục, đồng bộ và được hỗ trợ từ mọi mặt trong xã hội mới mong đạt được mục tiêu dài hạn trong tương lai, đóng góp vào việc ứng phó BĐKH hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Việt Châu (2011), “Kiến trúc sinh thái – kiến trúc phát triển bền vững”, *Tạp chí Kiến trúc – Hội Kiến trúc sư Việt Nam*.
- [2]. Phạm Đức Nguyên (2008), “Kiến trúc bền vững – kiến trúc thế kỷ 21”, *Tạp chí Kiến trúc – Hội Kiến trúc sư Việt Nam*.
- [3]. Phạm Đức Nguyên (2010), “Kiến trúc sinh khí hậu”, NXB Xây dựng.
- [4]. Phạm Đức Nguyên, “Biến đổi khí hậu với thiết kế kiến trúc các công trình có hiệu quả năng lượng”.
- [5]. Petra Gruber. (2011), *Biomimetics in architecture*. Springer Publishing Company.
- [6]. Sergio Altomonte. (2008), “Climate Change and Architecture: Mitigation and Adaptation Strategies for a Sustainable Development”, *Journal of Sustainable Development*, Vol.1, No.1.

Ngày nhận bài: 09/11/2015.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 25/11/2015.