

Nghiên cứu, xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu theo phương pháp đĩa nóng được bảo vệ

Lê Tuấn Anh^{1*}, Lê Cao Chiến¹, Lê Thị Song¹

¹Trung tâm Thiết bị, Môi trường & An toàn lao động – Viện Vật liệu xây dựng

TỪ KHOẢ

Hệ số truyền nhiệt
 Hệ số dẫn nhiệt
 Đĩa nóng được bảo vệ
 Vật liệu xây dựng
 ISO 8302:1991

TÓM TẮT

Để đánh giá hiệu quả cách nhiệt của kết cấu bao che công trình theo QCVN 09:2017/BXD, hệ số truyền nhiệt của vật liệu là một thông số quan trọng cần phải được xác định. Hệ số này phụ thuộc vào hệ số dẫn nhiệt và độ dày của các lớp vật liệu được sử dụng trong lớp vỏ công trình. Bài báo này trình bày các phương pháp và thiết bị được sử dụng để xác định hệ số dẫn nhiệt của vật liệu. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cụ thể về hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu xây dựng như vật liệu nhẹ EPS, nhựa PMMA, tấm thạch cao thông thường, chống cháy, chống ẩm; bông gốm ceramic; tấm cách nhiệt bằng phương pháp đĩa nóng được bảo vệ trên thiết bị GHP 900S theo tiêu chuẩn ISO 8302:1991 cũng được thảo luận.

KEYWORDS

Heat transfer coefficient
 Thermal conductivity
 Guarded hot plate
 Building material
 ISO 8302:1991

ABSTRACT

To evaluate the thermal insulation efficiency of the building envelope according to QCVN 09:2017/BXD, the heat transfer coefficient of the material is an important parameter that needs to be determined. This coefficient depends on the thermal conductivity coefficient and the thickness of the layers of materials used in the building envelope. This paper presents the methods and equipment used to determine the thermal conductivity of materials. In addition, specific research results on the thermal conductivity of some building materials such as EPS lightweight materials, PMMA resin, common gypsum board, fireproof, moisture-proof; ceramic cotton wool; Shielded hot plate insulation on the GHP 900S according to ISO 8302:1991 is also discussed.

1. Giới thiệu

Tiết kiệm năng lượng là giải pháp cần thiết do tỷ lệ các công trình xây mới ngày càng tăng và các nguồn năng lượng tự nhiên đang dần cạn kiệt. Tại Việt Nam, tổng mức tiêu thụ năng lượng của các công trình dân dụng chiếm gần 40 % tổng mức tiêu thụ năng lượng của quốc gia, trong khi đó mỗi năm có khoảng 80 đến 90 triệu m² sàn công trình được xây mới [1]. Hiện nay, mỗi người dành khoảng 90 % thời gian trong các tòa nhà [2], vì vậy tiết kiệm năng lượng trong các tòa nhà trở thành vấn đề được quan tâm trong những năm gần đây. Để tính toán hiệu quả tiết kiệm năng lượng trong các tòa nhà, các đặc tính vật lý nhiệt của vật liệu xây dựng là thông số quan trọng cần xác định [3]. Thông gió và thất thoát nhiệt do kết cấu là hai lý do gây mất nhiệt trong các tòa nhà. Tồn thất nhiệt do thông gió kéo theo sự truyền nhiệt đối lưu thông qua việc tuần hoàn không khí bằng hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí. Bên cạnh đó, sự mất nhiệt của kết cấu tường bao và mái che chủ yếu là sự truyền nhiệt thông qua lớp vật liệu được sử dụng [4].

Truyền nhiệt là một khái niệm kỹ thuật nhiệt liên quan đến việc sinh ra, sử dụng, chuyển đổi và trao đổi nhiệt năng giữa các loại vật chất. Truyền nhiệt được phân thành nhiều cơ chế khác nhau gồm: dẫn nhiệt, đối lưu nhiệt, bức xạ nhiệt và truyền năng lượng theo sự thay

đổi pha. Mỗi cơ chế này đều có những đặc điểm riêng biệt và chúng thường xảy ra đồng thời trong cùng một hệ. Hệ số truyền nhiệt U-value xác định lượng nhiệt từ bên trong thất thoát ra bên ngoài. Giá trị này càng thấp thì nhu cầu năng lượng cần thiết để sưởi ấm vào mùa đông càng thấp [5]. Bộ Xây dựng đã ban hành QCVN 09:2017/BXD nhằm đề ra các yêu cầu quy định kỹ thuật về hệ số truyền nhiệt (U-value) và nhiệt trở (R-value) đối với lớp vỏ bao che công trình gồm tường bao che bên ngoài và mái công trình nhằm kiểm soát mức độ truyền nhiệt qua tường và mái từ đó giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng trong công trình xây dựng. [6]

Bảng 1. Mức yêu cầu quy định đối với kết cấu cao che [6].

Cấu phẩm của công trình	Giá trị truyền nhiệt lớn nhất U (W/m ² /K)	Yêu cầu nhiệt trở nhỏ nhất cho phép R (m ² .K/W)
Mái	1,0	1,0
Tường, không kể cửa sổ và cửa ra vào	1,8	0,56

Để tính toán được chỉ số truyền nhiệt này, hệ số dẫn nhiệt của vật liệu (λ) cần phải được xác định. Đây là một đặc tính của vật liệu thể hiện khả năng dẫn nhiệt của vật liệu đó. Sự dẫn nhiệt trong các

*Liên hệ tác giả: letuananh20011996@gmail.com

Nhận ngày 28/10/2022, sửa xong ngày 04/11/2022, chấp nhận đăng 10/01/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2023.435>

tòa nhà xảy ra qua các vật liệu xây dựng như tường, trần nhà và cửa sổ. Nhiệt truyền từ bên trong ra bên ngoài của tòa nhà vào mùa đông và từ bên ngoài tòa nhà vào bên trong vào mùa hè. Dòng nhiệt qua quá trình dẫn nhiệt bị ảnh hưởng bởi độ dày của tường và chênh lệch nhiệt độ ở cả hai mặt của tường, vật liệu của tường và hệ số dẫn nhiệt λ của loại vật liệu được sử dụng. Giá trị λ phụ thuộc vào tính chất vật lý và độ ẩm vật liệu. Vật liệu có giá trị λ lớn là vật liệu dẫn nhiệt tốt và với giá trị λ nhỏ là vật liệu cách nhiệt tốt và giảm lượng năng lượng của các tòa nhà phụ thuộc vào giá trị dẫn nhiệt của các vật liệu được sử dụng trong quá trình xây dựng tòa nhà đó. Một số ví dụ về độ dẫn nhiệt của vật liệu được trình bày trong Bảng 2 [8].

Bảng 1. Hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu.

STT	Vật liệu	Hệ số dẫn nhiệt (W/(m.K))
1	Bông khoáng	0,03–0,04
2	Vật liệu cách nhiệt xenlulo	0,04–0,05
3	Gỗ xốp	0,04–0,05
4	Expanded polystyrene (EPS)	0,03–0,04
5	Polyurethane	0,02–0,03
6	Gỗ	0,14
7	Gạch men	1,14

Các phương pháp chính thường được sử dụng để đo độ dẫn nhiệt của vật liệu bao gồm hộp nóng, tấm nóng được bảo vệ, dây nóng, thiết bị đo lưu lượng nhiệt. Các phương pháp này khác nhau về kỹ thuật, kích thước mẫu, thời gian thử nghiệm, khả năng và phương pháp đo lường. Một số ví dụ về các phương pháp thường được sử dụng được nêu trong Bảng 3.

Trong số các phương pháp đã nêu, phương pháp đĩa nóng được bảo vệ là phương pháp được sử dụng rộng rãi cho các loại vật liệu cách nhiệt vì đây là phương pháp sử dụng kỹ thuật trạng thái ổn định cho phép ghi lại kết quả đo khi vật liệu đạt trạng thái cân bằng hoàn toàn. Do đó kết quả đo được là kết quả chính xác nhất. Trong phương pháp này, độ dẫn nhiệt và nhiệt trở được tính toán dựa trên công suất đầu vào trong hộp đo và sự chênh lệch do nhiệt độ môi trường gây ra giữa hộp bên nóng và bên lạnh. Theo đó, hai mẫu thử được kẹp giữa bộ gia nhiệt tấm phẳng trung tâm và hai bộ làm mát tấm phẳng ngoại vi. Bộ gia nhiệt có bộ đo ở trung tâm và hai đơn vị bảo vệ hai bên. Bộ phận làm lạnh tương tự như kích thước của bộ phận làm nóng. Tốc độ dòng nhiệt được xác định bằng cách đo công suất điện trung bình cung cấp cho vùng đo. Chênh lệch nhiệt độ có thể được đo từ các cặp nhiệt điện bề mặt của tấm nóng và bộ phận làm mát. Tốc độ dòng nhiệt được tính bằng cách đo dòng nhiệt qua lớp cách nhiệt vật liệu sử dụng lưu lượng nhiệt kế. Phương pháp này được miêu tả cụ thể trong các tiêu chuẩn BS EN 12664:2001, BS EN 12667:2001, ISO 8302:199, ASTM C177, BS EN 1946-2: 1999, BS EN 674: 2011. Tuy vậy, ở Việt Nam hiện nay chưa có nghiên cứu công bố về phương pháp đo và thiết bị đo theo các tiêu chuẩn đã công bố này.

Bảng 2. Các phương pháp đo hệ số dẫn nhiệt [9].

S T T	Tên phương pháp	Nguyên lý	Tiêu chuẩn đo
1	Phương pháp hộp nóng	Hệ số dẫn nhiệt và nhiệt trở được tính toán dựa trên công suất đầu vào trong hộp đo và sự chênh lệch do nhiệt độ môi trường gây ra giữa hộp bên nóng và bên lạnh.	BS EN ISO 8990: 1996 (1998) [10]
2	Phương pháp đĩa nóng được bảo vệ	Hai mẫu thử được kẹp giữa bộ gia nhiệt tấm phẳng trung tâm và hai bộ làm mát tấm phẳng ngoại vi. Hệ số dẫn nhiệt được tính toán thông qua tốc độ dòng nhiệt được xác định bằng cách đo công suất điện trung bình cung cấp cho vùng đo.	BS EN 12664 [11], BS EN 12667[12], ISO 8302:1991[13]: ASTM C177 [14], BS EN 1946-2: 1999 [15], BS EN 674: 2011 [16].
3	Phương pháp đo lưu lượng nhiệt	Hệ số dẫn nhiệt được tính bằng cách đo dòng nhiệt qua lớp cách nhiệt vật liệu sử dụng lưu lượng nhiệt kế.	BS EN 12664, BS EN 12667, BS ISO 9869-1: 2014 [17], ASTM C518 [18],
4	Phương pháp dây nóng	Phương pháp này được sử dụng để đo hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng và vật liệu dẫn nhiệt thấp. Ở đây hệ số dẫn nhiệt có thể nhận được dưới dạng hàm của nhiệt độ, thời gian và dòng nhiệt mà không cần biết độ khuếch tán và khoảng cách	ASTM D7896-14 [19]
5	Phương pháp đèn flash	Đèn flash laser phát xung nhiệt ngắn tới mặt trước của mẫu và máy quét hồng ngoại quan sát sự thay đổi nhiệt độ ở mặt sau như một hàm của thời gian.	

Tại những công trình lớn ở vùng khí hậu nhiệt đới, có tới 45 % đến 65 % năng lượng được sử dụng cho thiết bị làm mát điều hòa không khí và khoảng 15 % được sử dụng cho điện thắp sáng. Với thiết kế hợp lý cho lớp vỏ công trình tại Việt Nam có thể làm giảm mức tiêu thụ năng lượng cho thiết bị làm mát cũng như thắp sáng. Mặc dù đã có nhiều quy định được ban hành liên quan đến lĩnh vực tiết kiệm năng lượng trong các công trình xây dựng nhưng việc triển khai trong

thực tế còn gặp rất nhiều khó khăn, đặc biệt là các nghiên cứu lĩnh vực này chưa được công bố rộng rãi. Vì vậy, việc xác định được hệ số dẫn nhiệt và chiều dày của từng vật liệu thành phần là một nhiệm vụ cần thiết để có thể đánh giá hiệu quả cách nhiệt của kết cấu bao che công trình tuân thủ QCVN 09:2017/BXD.

2. Vật liệu và phương pháp thử nghiệm

2.1 Vật liệu

Hệ vật liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: EPS, nhựa PMMA, tấm thạch cao, bông gốm remak và tấm cách nhiệt. Thông tin cụ thể như trong Bảng 4.

Bảng 4. Thông tin các sản phẩm thử nghiệm.

STT	Tên Mẫu	Kích thước (mm)	Kí hiệu
1	Vật liệu nhẹ EPS	500x500x39,7	M1
2	Vật liệu nhẹ EPS	900x900x59,7	M2
3	Nhựa PMMA	500x500x20	M3
4	Nhựa PMMA	500x500x50	M4
5	Nhựa PMMA	300x300x20	M5
6	Tấm thạch cao tiêu chuẩn	300x300x12,7	M6
7	Tấm thạch cao chống cháy	300x300x12,7	M7
8	Tấm thạch cao chống âm	300x300x12,7	M8
9	Bông gốm	500x500x50	M9
10	Tấm cách nhiệt	500x500x5	M10

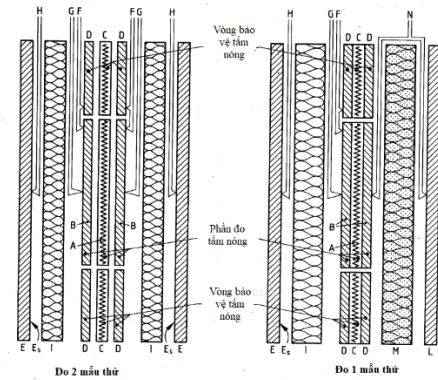
2.2 Phương pháp đo

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp đo độ dẫn nhiệt của vật liệu bằng phương pháp đĩa nóng được bảo vệ, quy định trong tiêu chuẩn ISO 8302:1991 sử dụng thiết bị GHP 900S.



Hình 1. Thiết bị GHP900S.

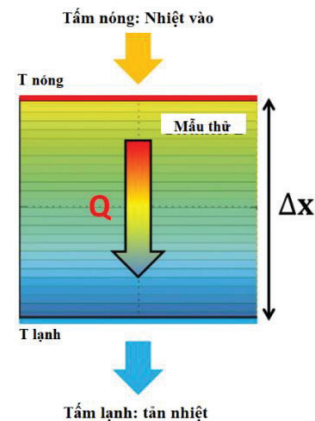
2.2.1. Nguyên tắc đo



Hình 2. Nguyên tắc đặt mẫu thử vào thiết bị.

Chú thích:

- A Tấm nóng
- B Tấm đo bề mặt
- C Phần bảo vệ tấm nóng
- D Phần bảo vệ tấm đo bề mặt
- E Tấm lạnh
- E_s Tấm lạnh bề mặt
- F Cặp nhiệt độ
- G Cặp nhiệt độ đo bề mặt nóng
- H Cặp nhiệt độ đo bề mặt lạnh
- I Mẫu thử
- L Tấm bảo vệ
- M Tấm bảo vệ cách nhiệt
- N Cặp nhiệt độ đo chênh lệch của tấm bảo vệ



Hình 3. Nguyên lý thử nghiệm.

Chú thích:

- Q Thông lượng nhiệt 1 chiều ở trạng thái ổn định
- T_{nóng} Nhiệt độ tấm nóng
- T_{lạnh} Nhiệt độ tấm lạnh
- Δx Chiều dày mẫu thử

Khi thông lượng nhiệt và gradient nhiệt độ ở trạng thái ổn định đạt được tại tâm của mẫu thử nghiệm, có thể xác định độ dẫn nhiệt của vật liệu từ phép đo thông lượng nhiệt đi qua mẫu, sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt nóng và lạnh của mẫu, độ dày của mẫu và diện tích mặt cắt của vùng mà thông lượng nhiệt được theo dõi. Trong những điều kiện đó, định luật dẫn nhiệt Fourier có thể được sắp xếp lại như sau đây để tính toán độ dẫn nhiệt của vật liệu ở một nhiệt độ nhất định (nhiệt độ trung bình giữa tấm nóng và tấm lạnh):

$$q = \lambda * \frac{\Delta\theta}{\Delta x}$$

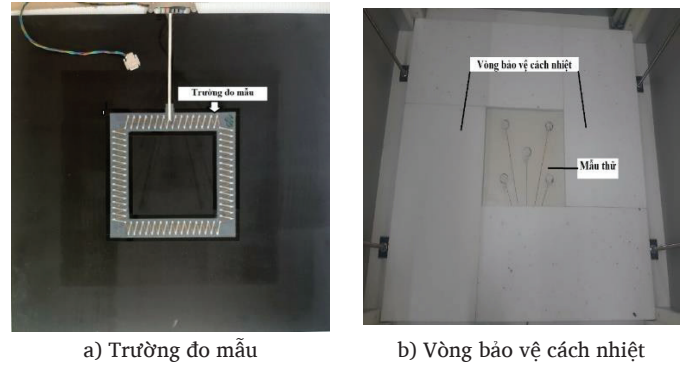
$$\leftrightarrow \frac{Q}{A} = \lambda \frac{\Delta\theta}{\Delta x}$$

$$\leftrightarrow \lambda = Q \frac{\Delta x}{\Delta\theta * A} = Q \frac{\Delta x}{(T_{nóng} - T_{lạnh}) * A}$$

Trong đó

- q: Mật độ thông lượng nhiệt tại tâm của mẫu thử [W/m²]
- Q: Thông lượng nhiệt tại tâm của mẫu thử (trường đo) [W]
- λ: Độ dẫn nhiệt của mẫu thử vật liệu [W/m.K]
- Δθ: Chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt nóng và lạnh của mẫu thử [K]
- Δx: Độ dày của mẫu thử [m]
- A: Diện tích mặt cắt của trường đo tại tâm của mẫu thử [m²]
- T_{nóng}: Nhiệt độ bề mặt nóng của mẫu thử [°C]
- T_{lạnh}: Nhiệt độ bề mặt lạnh của mẫu thử [°C]

500x500 mm với độ dày từ 10 mm đến 380 mm. Thiết bị có thể đo độ dẫn nhiệt của vật liệu khác nhau từ 0,005 (W/m.K) đến 2 (W/m.K) ở nhiệt độ từ -10°C đến 70°C [20].



Hình 4. Khu vực trường đo mẫu.

2.2.2. Thiết bị đo

Thiết bị GHP900S cho phép hệ đo có thể bao gồm một "tấm nóng" được bảo vệ bằng hệ thống sưởi và một "tấm lạnh" được bảo vệ làm mát kẹp mẫu thử hoặc hệ đo hai mẫu gồm hai "tấm lạnh" và một "tấm nóng".

Thiết bị thường được sử dụng để thử nghiệm vật liệu cách nhiệt có độ dẫn nhiệt thấp, tuy nhiên cũng có thể được sử dụng để vật liệu không cách nhiệt như nhựa, polyme, gỗ, bê tông, đá tự nhiên, đất nền, thủy tinh và gốm sứ. Kích thước của mẫu thử thông thường là

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả đo hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu ở các nhiệt độ khác nhau

Một số vật liệu đã được tiến hành đo hệ số cách nhiệt sử dụng thiết bị GHP900S tại các nhiệt độ khác nhau. Kết quả cụ thể được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm.

Mẫu	Kết quả đo				
	Phương trình đo được	10°C	20°C	23°C	30°C
M1	0,03160 + 0,000124*T	0,03290	0,03411	0,03450	0,03535
M2	0,03202 + 0,000106*T	0,03300	0,03405	0,03446	0,03507
M3	0,17190 + 0,000277*T	0,1756	0,1783	0,1783	0,1810
M4	0,17543 + 0,000240*T	0,1781	0,1807	0,1810	0,1828
M4	0,17535 + 0,000251*T	0,1781	0,1808	0,1811	0,1831
M6	0,17817-0,000082*T	0,1770	0,1762	0,1780	0,1754
M7	0,28538-0,000042*T	0,2848	0,2842	0,2810	0,2840
M8	0,19586-0,000188*T	0,1940	0,1905	0,1910	0,1896
M9/0°	0,03911 + 0,000160 *T	0,04082	0,04235	0,04280	0,04397
M9/90°	0,03914 + 0,000160 *T	0,04083	0,04240	0,04280	0,04397
M10	0,27791 + 0,000709*T	0,2893	0,2967	0,2940	0,3033
M5/0°	0,17776 + 0,000185*T	0,1800	0,1821	0,1820	0,1837
M50°	0,17806 + 0,000181*T	0,1803	0,1824	0,1820	0,1838
M5/0°	0,17800 + 0,000181*T	0,1803	0,1823	0,1820	0,1838
M5/30°	0,17770 + 0,000162*T	0,1793	0,1813	0,1810	0,1831
M5/45°	0,17567 + 0,000213*T	0,1785	0,1806	0,1810	0,1827
M5/90°	0,17838 + 0,000150*T	0,1803	0,1818	0,1820	0,1833

Ghi chú:

M, M/0°: mẫu thử đặt theo mặt phẳng ngang sàn nhà

M/ X°: mẫu thử đặt tạo với phương ngang một góc X°

Giả thiết các mẫu thử được sử dụng và công trình có kết cấu tường được xây bằng gạch đặc chiều dày 220 mm có hệ số dẫn nhiệt 0,76 W/(m.K) được trát 2 lớp vữa trong và ngoài chiều dày 25mm có độ dẫn nhiệt là 0,93 W/(m.K) để tính toán giá trị U và nhiệt trở R của kết cấu tường theo QCVN 09:2017/BXD. Kết quả tính toán theo bảng kiểm BE01[21] trên trang web Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả - QCVN 09:2017/BXD được trình bày trong Bảng 6.

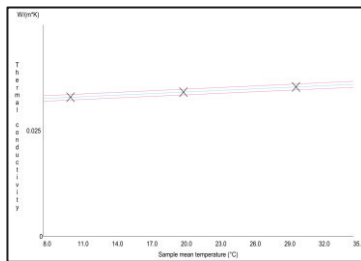
Qua kết quả tính toán, nhiệt trở và hệ số truyền nhiệt của các kết cấu công trình sử dụng mẫu thử đều đáp ứng yêu cầu đề ra của QCVN 09:2017/BXD.

3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ dẫn nhiệt

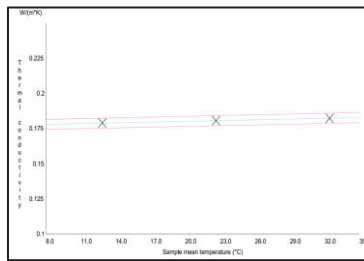
Ở trạng thái khô, mối quan hệ giữa độ dẫn nhiệt λ và nhiệt độ của các mẫu của 7 loại vật liệu xây dựng được thể hiện trong hình 7. Qua hình ảnh kết quả trên Hình 7 độ dẫn nhiệt của tất cả các mẫu thường cho thấy một xu hướng tăng trưởng tuyến tính xấp xỉ với sự gia tăng nhiệt độ. Phương trình tuyến tính đã được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 3. Kết quả tính toán U-value và R-value.

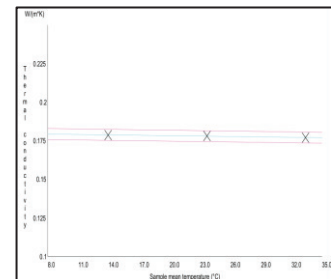
Mẫu	R-value	U-value	Yêu cầu của QCVN 09:2017/BXD	
M1	1,67	0,60	R ≥ 0,56	
M2	2,25	0,45		
M3	0,63	1,60		
M4	0,79	1,27		
M4	0,79	1,27		
M6	0,59	1,71		
M7	0,56	1,79		
M8	0,58	1,73		
M9/0°	1,68	0,60		U ≤ 1,8
M9/90°	1,68	0,60		
M10	1,77	0,56		
M5/0°	0,62	1,61		
M5/0°	0,62	1,61		
M5/0°	0,62	1,61		
M5/30°	0,62	1,60		
M5/45°	0,62	1,60		
M5/90°	0,62	1,61		



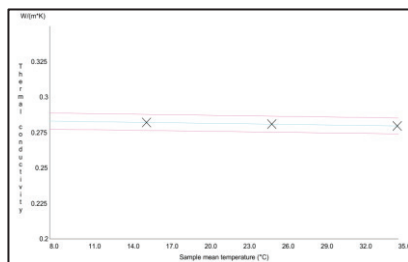
a) EPS



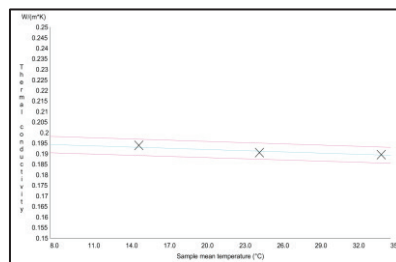
b) PMMA



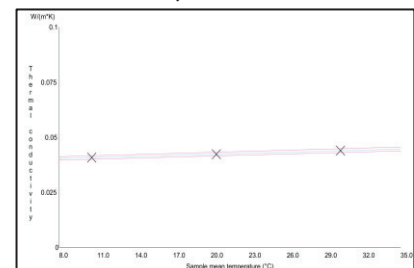
c) Tầm thạch cao tiêu chuẩn



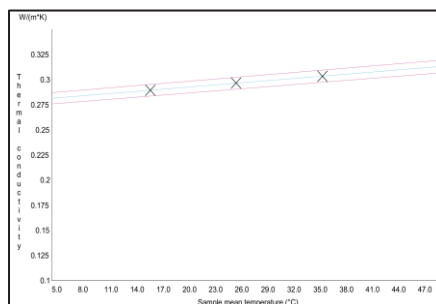
d) Tầm thạch cao chống cháy



e) Tầm thạch cao chống âm



f) Bông gốm



g) Tầm cách nhiệt

Hình 7. Độ dẫn nhiệt của vật liệu như một hàm của nhiệt độ.

Các nghiên cứu trước đây [22,23] đã chỉ ra rằng sự gia tăng nhiệt độ sẽ gây ra sự tăng cường chuyển động nhiệt của các phân tử rắn trong vật liệu, thúc đẩy tính dẫn nhiệt của khung cấu trúc vật liệu và sự truyền nhiệt đối lưu của chất khí trong các lỗ rỗng. Ngoài ra, sự truyền nhiệt bức xạ của các thành lỗ cũng sẽ được tăng cường khi nhiệt độ tăng lên. Do đó, độ dẫn nhiệt tăng khi nhiệt độ tăng. Nói chung, hai quá trình dẫn nhiệt và đối lưu nhiệt đều tỷ lệ thuận với nhiệt độ của lớp cách nhiệt. Vì sự trao đổi nhiệt xác định độ dẫn nhiệt và sự truyền nhiệt bức xạ thường bị hạn chế, nên độ dẫn nhiệt của hầu hết các vật liệu có mối quan hệ tuyến tính với nhiệt độ.

3.3 Nghiên cứu, đối chứng với phòng thí nghiệm Viện Vật lý công trình Fraunhofer IBP

Để đánh giá năng lực thử nghiệm của phòng thí nghiệm tại Viện Vật liệu xây dựng, nghiên cứu thử nghiệm đối chứng đã được thực hiện tại Viện Vật lý công trình Fraunhofer IBP trên cùng một loại vật liệu, cùng thiết bị đo. Kết quả thử nghiệm đối chứng được trình bày trong Bảng 7.

Bảng 4. So sánh kết quả đo liên Viện.

Mẫu thử	So sánh kết quả đo				
	Nhiệt độ	λ , VIBM	λ , Fraunhofer IBP	Sai số tuyệt đối	Sai số tương đối, %
EPS 500x50x39,7	10	0,0329	0,03290	0	0
EPS 500x50x39,7	20	0,0341	0,03411	0	0
EPS 500x50x39,7	30	0,0354	0,03531	0	-0,11
PMMA 500x500x20	10	0,1756	0,18226	0,0067	3,65
PMMA 500x500x20	20	0,1783	0,18331	0,0050	2,73
PMMA 500x500x20	30	0,181	0,18436	0,0034	1,82
PMMA 500x500x50	10	0,1781	0,18204	0,0039	2,16
PMMA 500x500x50	20	0,1808	0,18311	0,0023	1,26
PMMA 500x500x50	30	0,1831	0,18417	0,0011	0,58
EPS 900x900x59,7	10	0,03467	0,03417	-0,0005	-1,46
EPS 900x900x59,7	20	0,03590	0,03531	-0,0006	-1,67
EPS 900x900x59,7	30	0,03715	0,03645	-0,0007	-1,92

Kết quả cho thấy sai lệch kết quả đo tại Fraunhofer IBP và VIBM không quá 5 %.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện đo hệ số dẫn nhiệt của một số loại vật liệu cách nhiệt phổ biến như EPS, nhựa PMMA, tấm thạch cao, bông gốm remak và tấm cách nhiệt. Hệ số truyền nhiệt (U-value) và nhiệt trở (R-value) của các loại vật liệu này cũng được tính toán để xác định khả năng đáp ứng theo QCVN 09:2017/BXD khi áp dụng vào công trình xây dựng. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu vật liệu đều đáp ứng yêu cầu quy định kỹ thuật về (U-value) và (R-value) đối với lớp vỏ bao che công trình gồm tường bao che bên ngoài và mái công trình nhằm kiểm soát mức độ truyền nhiệt qua tường và mái từ đó giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng trong công trình xây dựng được quy định trong QCVN 09:2017/BXD.

Bài báo cũng thực hiện đánh giá mối quan hệ giữa hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu khác nhau được đo ở các nhiệt độ khác nhau bằng cách sử dụng thiết bị đo bằng tấm nóng được bảo vệ. Kết quả chỉ ra rằng nhiệt độ và hệ số dẫn nhiệt của vật liệu có mối quan hệ tuyến tính với nhau. Kết quả này hỗ trợ cho các nhà sản xuất vật liệu đưa ra các giải pháp phù hợp khi vật liệu được sử dụng ở nhiệt độ cao hoặc trong môi trường khắc nghiệt. Kết quả nghiên cứu cũng mở ra một hướng đi mới trong lĩnh vực định hướng và phát triển các loại vật liệu mới, các loại vật liệu phù hợp với mục đích tiết kiệm năng lượng trong công trình.

Tài liệu tham khảo

[1]. TS. KTS. Nguyễn Anh Tuấn, ThS. KTS. Nguyễn Xuân Trung, ThS. KTS. Lương Xuân Hiếu, Định mức năng lượng công trình – Bước khởi đầu hướng đến Kiến trúc tiết kiệm năng lượng, *Tạp chí Kiến trúc số 7* (2017).

- [2]. Zahra Sadat Zomorodian, Mohammad Tahsildoost, Mohammadreza Hafezi, Thermal comfort in educational buildings: A review article, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 59, Page 895-906 (2016). DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.033.
- [3]. Yinping Zhang, Kunping Lin, Qunli Zhang, Hongfa Di, Ideal thermophysical properties for free-cooling (or heating) buildings with constant thermal physical property material, *Energy and Buildings*, Volume 38, Page 1164-1170 (2006). DOI: 10.1016/j.enbuild.2006.01.008.
- [4]. Ali ElSaied, ChadiMaalouf, TimeaBejat, EtienneWurtz, Slab-on-grade thermal bridges: A thermal behavior and solution review, *Energy and Buildings*, Volume 257 (2022). DOI: 10.1016/j.enbuild.2021.111770.
- [5]. https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_transfer
- [6]. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia 09:2017/BXD về "Các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả".
- [7]. Firas Sharaf, The impact of thermal mass on building energy consumption: A case study in Al Mafraq city in Jordan, *Cogent Engineering*, Volume 7 (2020). DOI: 10.1080/23311916.2020.1804092.
- [8]. ImanAsadi, PayamShafigh, Zahiruddin Fitri BinAbu Hassan, Norhayati BintiMahyuddin, Thermal conductivity of concrete – A review, *Journal of Building Engineering*, Volume 20, Pages 81-93 (2018). DOI: 10.1016/j.jobee.2018.07.002.
- [9]. E Latif, M Pruteanu and G R Rhydwen, D C Wijeyesekera, S Tucker, M A Ciupala, D Newport, Thermal conductivity of building materials: an overview of its determination (2011).
- [10]. EN ISO 8990: 1996 (1998) Thermal insulation. Determination of steady-state thermal transmission properties. Calibrated and guarded hot box.
- [11]. BS EN 12664:2001 Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance.
- [12]. BS EN 12667:2001 Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.
- [13]. ISO 8302:1991 Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Guarded hot plate apparatus.
- [14]. ASTM C177 Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus.
- [15]. BS EN 1946-2: 1999 Thermal performance of building products and components. Specific criteria for the assessment of laboratories measuring heat transfer properties Measurements by guarded hot plate method.
- [16]. BS EN 674: 2011 Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Guarded hot plate method
- [17]. BS ISO 9869-1: 2014 Thermal insulation. Building elements. In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance Heat flow meter method.
- [18]. ASTM C518 Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties.
- [19]. ASTM D7896-14 Standard Test Method For Thermal Conductivity, Thermal Diffusivity And Volumetric Heat Capacity Of Engine Coolants And Related Fluids By Transient Hot Wire Liquid Thermal Conductivity Method.
- [20]. <https://analyzing-testing.netzsch.com/en/products/thermal-conductivity/ghp-900-s>.
- [21]. <http://tknl.xaydung.gov.vn/index.aspx?page=home>.
- [22]. H. Zhang, W.Z. Fang, Y.M. Li, W.Q. Tao, Experimental study of the thermal conductivity of polyurethane foams, *Applied Thermal Engineering*, Volume 115, page 528-538 (2017). DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.12.057.
- [23]. U. Berardi, The impact of aging and environmental conditions on the effective thermal conductivity of several foam materials, *Energy*, Volume 182, page 777-794 (2019). DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.12.057.