

**NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ LÀM GIẢM LƯỢNG
BỨC XẠ MẶT TRỜI CỦA KÍNH KẾT HỢP VỚI PHIM CÁCH NHIỆT
NHẪM TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG SỬ DỤNG ĐỂ LÀM MÁT
TRONG CÁC TÒA NHÀ Ở VIỆT NAM**

**RESEARCH TO EVALUATE THE EFFECTIVENESS
OF REDUCING SOLAR RADIATION OF GLASS COMBINED
WITH INSULATING WINDOW FILM TO SAVE ENERGY
USED FOR COOLING IN VIETNAM BUILDINGS**

Nguyễn Sơn Lâm

Viện Khoa học công nghệ xây dựng

Email: lamns1611@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses2-09>

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thí nghiệm trong phòng đánh giá hiệu quả làm giảm bức xạ mặt trời của kính có dán phim cách nhiệt. Các thí nghiệm trong phòng được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ cải tạo nâng cao đặc tính trữ 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: BDKH 52”. Kết quả nghiên cứu đã được áp dụng tại công trình trình diễn ra Hà Nội. Bài báo cũng cho biết hiện trạng sử dụng kính và phim cách nhiệt ở Việt Nam và trên thế giới cũng như xu hướng về thị trường phim cách nhiệt giai đoạn từ 2018 đến 2028 tại khu vực châu Á – Thái Bình Dương.

TỪ KHÓA: Phim cách nhiệt, kính, bức xạ mặt trời, tiết kiệm năng lượng, vỏ bao che công trình, tòa nhà.

ABSTRACTS: This paper presents laboratory test results to assess solar radiation reducing effect of glass window combined with insulation window film. These laboratory tests were conducted within the framework of State Level Project: “Research and Application of thermal performance renovation technology on the existing urban building envelope to increase energy efficiency performance in Vietnam, Code BDKH 52”. Study results have been applied in demonstration projects in Hanoi city. The papere also shows the current status of using building glass and insulation window film in Vietnam and around the world as well as the trend of the insulation window film market from 2018 to 2028 in the Asia-Pacific region.

KEYWORDS: Insulation window film, glass, solar radiation, energy saving, building envelope, buildings.

1. GIỚI THIỆU

Phần đất liền của Việt Nam với vĩ độ cực Bắc: 23°22B (Đồng Văn) và vĩ độ cực Nam 8°30 (Cà Mau) đã nằm gọn trong vành đai nội chí tuyến. Vì thế Việt Nam có chế độ bức xạ mặt trời phong phú, chế độ khí hậu nóng. Lượng tổng xạ cả năm ở Việt Nam đạt khoảng 95-150 kcal/cm². Đó là một trị số lớn so với vùng ngoại nhiệt đới [1].

Hiện nay kính xây dựng đang được sử dụng tương đối phổ biến làm vỏ bao che (hệ vách kính, cửa sổ kính, v.v...) cho các tòa nhà ở các đô thị lớn như Hà Nội, Đà Nẵng, TP Hồ Chí Minh v.v... Kính được sử dụng làm vỏ bao che cho một lượng

lớn bức xạ mặt trời truyền qua xâm nhập vào tòa nhà làm gia tăng mức nhiệt độ trong nhà. 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 lọt 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 lọt khí [3]. Việc gia tăng thu nhận nhiệt của tòa nhà qua kính sẽ làm tăng năng lượng sử dụng cho hệ thống sưởi thông gió và điều hòa không khí (HVAC) để làm mát tòa nhà.

Việt Nam đã ban hành Luật Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả số 50/2010/QH12 cùng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09:2017/BXD “Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả” để kiểm soát năng lượng sử dụng trong tòa nhà với các quy định kỹ thuật liên quan đến sử dụng năng lượng và vỏ bao che tòa nhà. Nhiều tòa nhà ở các đô thị lớn như Hà Nội, Đà Nẵng, TP Hồ Chí Minh, v.v... hiện sử dụng loại kính thông thường không đáp ứng được các quy định của các văn bản quy phạm kỹ thuật hiện hành. Để tuân thủ các quy định hiện hành cũng như nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của tòa nhà hiện hữu có hai giải pháp đang được áp dụng trên thế giới: Thay loại kính đang được sử dụng bằng các loại kính có đặc trưng nhiệt tốt hơn (Ví dụ: Kính Low-E nhiệt đới, Solar control, v.v...) hoặc sử dụng phim cách nhiệt cho hệ vách kính, cửa kính. Hiện nay giải pháp thứ hai đang được sử dụng rất phổ biến tại nhiều nước trên thế giới vì dễ thực hiện, nhanh hơn và chi phí thấp hơn so với giải pháp thay kính.

Hình 1 giới thiệu một số hình ảnh triển khai áp dụng phim cách nhiệt cho các hệ vách kính bao che của một số tòa nhà trên thế giới.



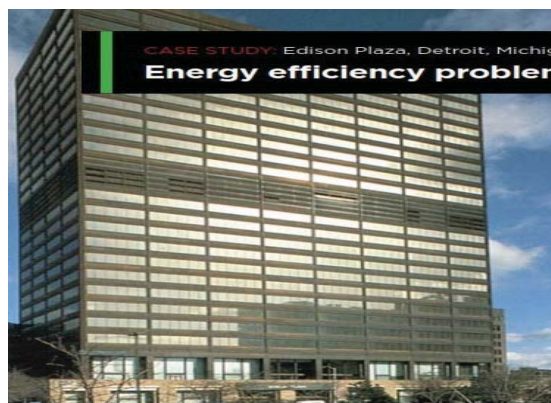
Tòa nhà văn phòng công sở thương mại 62 tầng tại Los Angeles – USA

Giải pháp cải tạo: Dán phim cách nhiệt giảm được 59 % lượng nhiệt truyền vào tòa nhà.



Trụ sở chính Công ty Siemens China 30 tầng

Giải pháp cải tạo: Dán phim cách nhiệt giảm được 50 % lượng nhiệt truyền vào tòa nhà.



Tòa nhà Edison Plaza - Michigan -USA

Giải pháp cải tạo: Dán phim cách nhiệt giảm được 82 % lượng nhiệt truyền vào tòa nhà

Hình 1. Sử dụng phim cách nhiệt để giảm lượng bức xạ mặt trời xâm nhập vào tòa nhà qua kính [4]

Theo kết quả nghiên cứu được công bố mới đây thì thị trường phim cách nhiệt của khu vực châu Á – Thái Bình Dương đã đạt mức mong đợi là 164.652 triệu USD vào năm 2020 so với thị trường năm 2015 khoảng 91,05 triệu USD với tốc độ tăng trưởng là trên 10 %/năm cho giai đoạn 2108-2028. Tại khu vực châu Á – Thái Bình Dương phim cách nhiệt được ứng dụng chủ yếu vào một số lĩnh vực như xây dựng tòa nhà, xe hơi, hàng hải, v.v... Con số thống kê về doanh thu năm 2019 của phim cách nhiệt tại thị trường khu vực này đứng đầu là Trung Quốc, sau đó đến Ấn Độ, Nhật Bản, Hàn Quốc, các nước ASEAN và phần còn lại của khu vực [5]. Thị trường Việt Nam hiện nay cũng đã bước đầu sử dụng các loại phim cách nhiệt trong xây dựng tòa nhà và xe hơi. Tuy nhiên phim cách nhiệt vẫn chỉ được ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực xe hơi là chủ yếu với quy mô nhỏ.

2. HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG KÍNH TẠI CÁC TÒA NHÀ Ở VIỆT NAM

Tại phần lớn các tòa nhà được xây dựng hiện nay ở Việt Nam, kính sử dụng vẫn chủ yếu là kính trong suốt có chiều dày từ 3-12 mm, chiếm khoảng 85-90 % [3]. Loại kính này không có tác dụng ngăn bức xạ mặt trời (tia hồng ngoại) truyền vào tòa nhà. Một số công trình tòa nhà xây mới hiện nay (chủ yếu là các công trình tòa nhà thương mại, tổ hợp công sở đa năng hiện đại có đầu tư lớn) đã bắt đầu sử dụng một số loại kính khác có tác dụng giảm lượng bức xạ mặt trời truyền vào tòa nhà. Ví dụ: kính màu hấp thụ nhiệt, kính Low - e nhiệt đới và kính Solar control, Solar E™ [6] [7].

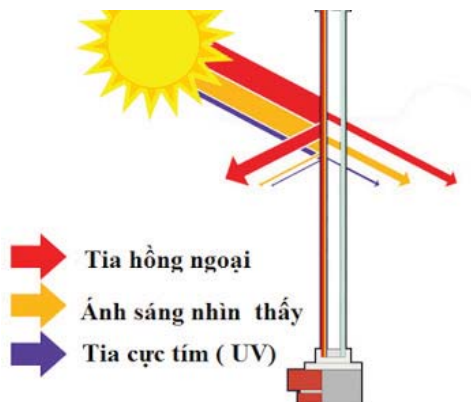
Các loại kính đang được sử dụng rộng rãi hiện nay bao gồm: Kính trong suốt (dày từ 3-15 mm, giá trị U-value: 5,22-5,67 kcal/m²h°C, SHGC: 0,81), kính màu phản xạ nhiệt (dày từ 4-12 mm, giá trị U-value: 5,53-5,58 kcal/m²h°C), kính phản quang (độ dày từ 5-10 mm, giá trị U-value nằm trong khoảng 1,1-2,8 W/m².K; SHGC: 0,35) và kính Low-e (SHGC:0,27, U-value nhỏ hơn hoặc bằng 1,3 W/m².K) và kính Solar control (SHGC: 0,36 và U-value nhỏ hơn 1,9 W/m².K) [3][6][7].

Loại kính trong suốt đang được sử dụng hiện nay cho phần lớn bức xạ mặt trời truyền qua xâm nhập vào tòa nhà. Loại kính này không đáp ứng được giá trị hệ số SHGC quy định cho các hướng trong QCVN 09/2017/BXD [8].

3. THÍ NGHIỆM TRONG PHÒNG VỀ HIỆU QUẢ GIẢM BỨC XẠ MẶT TRỜI CỦA KÍNH CÓ DÁN PHIM CÁCH NHIỆT

3.1. Nguyên lý hoạt động của phim cách nhiệt

Phim cách nhiệt được sử dụng để làm tăng hiệu năng nhiệt cho các hệ vách kính và cửa sổ kính nhằm giảm lượng nhiệt bức xạ mặt trời truyền qua kính vào bên trong tòa nhà đồng thời tăng cường về mặt an ninh và an toàn cho công trình [9]. Hình 2 giới thiệu nguyên lý hoạt động của phim cách nhiệt.



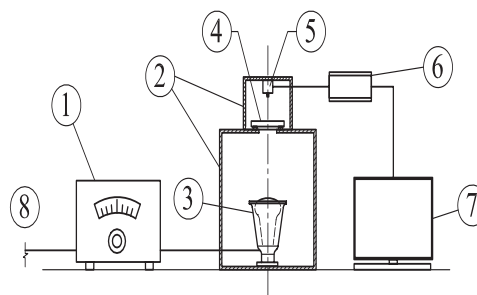
Hình 2. Nguyên lý hoạt động của phim cách nhiệt

Phim cách nhiệt giảm lượng nhiệt bức xạ mặt trời truyền qua theo nguyên lý tăng tính phản xạ nhiệt loại bỏ nhiệt bức xạ mặt trời và hấp thụ nhiệt. Nhiệt từ bức xạ mặt trời truyền đến bề mặt phim sẽ được phản xạ ra bên ngoài môi trường. Lượng nhiệt này sẽ bị loại bỏ. Qua đó phim cách nhiệt sẽ giúp giảm lượng bức xạ nhiệt mặt trời truyền từ môi trường bên ngoài vào bên trong tòa nhà.

3.2. Bố trí thí nghiệm và phương pháp thử

Các thiết bị sử dụng trong thí nghiệm là các thiết bị chuyên dụng bao gồm:

- Thiết bị đo bức xạ mặt trời SolarRad Serial No 1411022- Stellar Net Inc (USA);
 - Máy biến áp vô cấp LIOA SD-255 (Việt Nam);
 - Đèn đèn hồng ngoại Kottman - Đức Model K4B-G, công suất 1140 W;
 - Thiết bị chụp ảnh nhiệt hồng ngoại Infrared Camera Model Flir i7 Serial 601058142-USA;
- Mô hình thí nghiệm được trình bày trong Hình 3.



Chú thích:

1. Máy biến áp vô cấp; 2. Hộp thí nghiệm kín; 3. Đèn hồng ngoại; 4. Mẫu kính thí nghiệm; 5. Sensor đo lượng bức xạ nhiệt; 6. Thiết bị đo bức xạ nhiệt; 7. Máy tính; 8. Điện nguồn 220V.

Hình 3. Mô hình thí nghiệm xác định hiệu quả giảm bức xạ nhiệt của kính có dán phim cách nhiệt

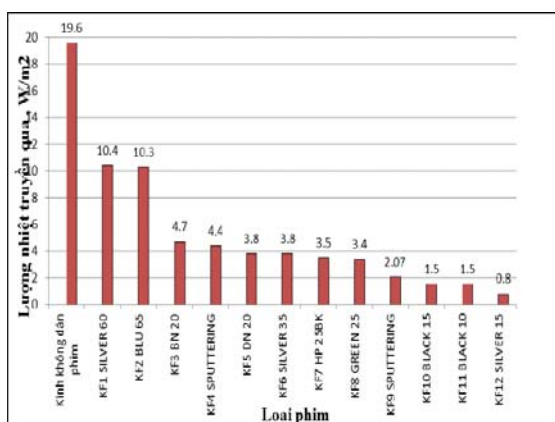
Mẫu thí nghiệm bao gồm các mẫu kính nổi Việt Nhật (VFG) được dán lớp phim dán kính cách nhiệt (KF) được đánh số từ KF1 đến KF12 và mẫu kính nổi Việt Nhật (VFG) đối chứng VFG (KĐC) (xem Bảng 1). Phương pháp thử trong phòng tuân theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 9050:2003 Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors [10]. Đèn đèn hồng ngoại tạo ra bức xạ nhiệt truyền qua mẫu kính đối chứng (KĐC) và mẫu kính dán phim cách nhiệt (KF). Thiết bị đo bức xạ nhiệt sẽ thu nhận và tính toán tổng nhiệt lượng do bức xạ nhiệt truyền qua các mẫu thí nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành đồng thời với mẫu kính đối chứng không dán phim cách nhiệt và các mẫu kính dán phim cách nhiệt.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả thí nghiệm đo lượng bức xạ nhiệt truyền qua mẫu kính đối chứng không dán phim cách nhiệt và mẫu kính dán phim cách nhiệt được trình bày trong Bảng 1 và Hình 4.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm đo trong phòng

Stt	Mẫu thử	Lượng bức xạ nhiệt truyền qua mẫu thử (W/m ²)
1	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF1 SILVER 60 (ánh bạc nhẹ)	10,4
2	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF2 BLU 65 (trong suốt)	10,3
3	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF3 BN 20 (ánh xanh sẫm)	4,7
4	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF4 SPUTTERING CC35 (màu trung tính)	4,4
5	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF5 DN 20 (màu sẫm tối)	3,8
6	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF6 SILVER 35 (ánh bạc)	3,8
7	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF7 HP 25BK (màu sáng ánh xanh)	3,5
8	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF8 GREEN 25 (xanh lá cây sáng)	3,4
9	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF9 SPUTTERING CC25 (màu trung tính)	2,07
10	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF10 BLACK 15 (ánh đen)	1,5
11	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF11 BLACK 10 (ánh đen)	1,5
12	Kính CLR FL005 dày 5 mm dán phim cách nhiệt KF12 SILVER 15 (màu bạc)	0,8
13	Mẫu kính đối chứng không dán phim cách nhiệt (KĐC) Kính CLR FL005 dày 5 mm	19,6

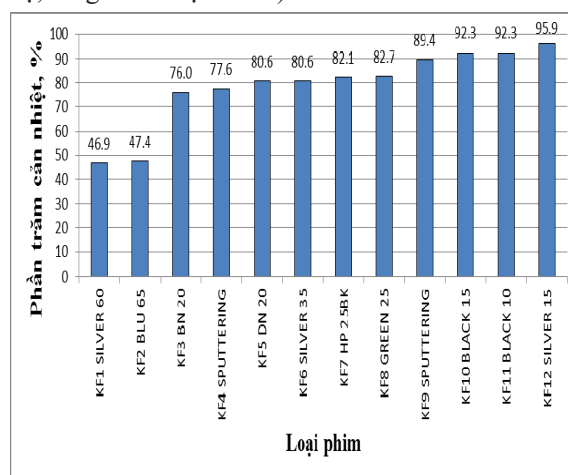


Hình 4. Lượng bức xạ nhiệt truyền qua mẫu kính không dán phim cách nhiệt và mẫu kính có dán phim cách nhiệt

Lượng bức xạ nhiệt truyền qua mẫu kính đối chứng là 19,6 W/m². Lượng bức xạ nhiệt truyền qua mẫu kính có dán phim cách nhiệt dao động trong khoảng từ 0,8 W/m² đến 10,4 W/m² phụ thuộc vào đặc tính nhiệt của từng loại phim cách nhiệt.

Hiệu quả giảm bức xạ nhiệt của mẫu kính dán phim cách nhiệt khi so sánh với mẫu kính đối chứng được giới thiệu trong Hình 5.

Kết quả thí nghiệm cho thấy kính kết hợp với các loại phim cách nhiệt sẽ có hiệu quả giảm lượng bức xạ nhiệt truyền qua kính từ 47 % đến 95,9 % phụ thuộc vào các đặc tính kỹ thuật của từng loại phim cách nhiệt (độ dày, độ xuyên sáng, độ phản xạ, tổng cản nhiệt v.v...).



Hình 5. Hiệu quả giảm bức xạ nhiệt của mẫu kính có dán phim cách nhiệt so sánh với mẫu kính đối chứng không dán phim cách nhiệt

Trong thực tế, việc giảm được bức xạ nhiệt mặt trời truyền qua kính có dán phim cách nhiệt vào trong tòa nhà dẫn đến giảm sự thu nhận và tăng nhiệt bên trong tòa nhà vào mùa Hè. Do đó sẽ giúp tiết kiệm năng lượng tiêu thụ bởi hệ thống điều hòa thông gió cho nhu cầu làm mát của tòa nhà.

Việc lựa chọn sử dụng loại phim cho một tòa nhà nhất định ngoài lựa chọn tính chất làm giảm bức xạ nhiệt mặt trời, tia UV cao hay thấp còn cần phải tính đến yếu tố tiện nghi liên quan đến yêu cầu chiếu sáng tự nhiên cho tòa nhà cũng như yếu tố liên quan đến tầm nhìn, tính riêng tư của con người sống và làm việc trong tòa nhà cũng như chi phí liên quan [11].

5. ÁP DỤNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀO CÔNG TRÌNH TRÌNH DIỄN THỰC TẾ

Kết quả nghiên cứu được triển khai áp dụng tại một số công trình trình diễn trong thực tế, ví dụ: Công trình tại số 68 đường Kim Giang, Thanh Liệt, Thanh Trì, Hà Nội. Lớp kính trong suốt dày

5 mm được dán thêm một lớp phim cách nhiệt KF1 SILVER 60. Hình 6 và 7 giới thiệu công tác thi công trình diễn áp dụng phim cách nhiệt tại công trình thực tế nói trên.



Hình 6. Giới thiệu về phim cách nhiệt với chủ nhà



Hình 7. Thi công cải tạo cách nhiệt cửa kính trong suốt bằng phim cách nhiệt tại công trình

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả thí nghiệm trong phòng cho thấy việc sử dụng phim cách nhiệt có hiệu quả tốt và khả thi trong việc làm giảm bức xạ mặt trời truyền qua kính, giúp cải tạo nâng cao đặc tính nhiệt của kính bao che để đáp ứng các quy định kỹ thuật liên quan đến sử dụng hiệu quả năng lượng trong tòa nhà.

Ngoài ra việc sử dụng phim cách nhiệt còn đem lại nhiều lợi ích khác như: Loại bỏ tia tử ngoại; Tăng tính tiện nghi, mặc dù có tác dụng giảm thu nhận nhiệt nhưng phim vẫn mang lại ánh sáng tự nhiên giúp căn phòng có không gian rộng rãi hơn, không gây vướng hay làm cản trở tầm nhìn ra môi trường bên ngoài; Giảm độ chói để bảo vệ

đôi mắt cho người sống và làm việc trong tòa nhà; An toàn trong trường hợp có sự cố vỡ kính: Phim sẽ gắn kết các mảnh kính vỡ lại với nhau thành một khối để giảm rủi ro gây thương tích. Tuổi thọ của các loại phim cách nhiệt chất lượng cao có thể kéo dài từ 15 đến 20 năm nếu được bảo trì đúng cách [12].

Hiện nay tại nhiều nước trên thế giới, giải pháp sử dụng phim cách nhiệt cho hệ vách kính, cửa kính của tòa nhà hiện hữu đang được ưu tiên sử dụng trong việc nâng cao đặc trưng nhiệt của các tòa nhà có sử dụng kính xây dựng thông thường làm vỏ bao che. Ưu điểm của giải pháp này là đơn giản, nhanh, dễ thực hiện cả về khía cạnh kỹ thuật và kinh tế so với giải pháp thay thế kính của tòa nhà bằng loại kính có đặc trưng nhiệt tốt hơn (phức tạp khó thực hiện và giá thành cao). Mức tăng trưởng của thị trường phim dán kính tại khu vực châu Á – Thái Bình Dương trong giai đoạn 2018-2028 là trên 10%/năm.

Giải pháp này cũng đã được áp dụng cho số công trình trình diễn trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước cho thấy hiệu quả cách nhiệt của kính rất khả thi cả về khía cạnh kỹ thuật, kinh tế và có thể nhân rộng áp dụng cho các tòa nhà hiện hữu trong thực tế ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà (2022). *Nhiệt và khí hậu kiến trúc*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [2] World Business Council for Sustainable Development. (WBCSD 2009), *Research Report 8-2009 Energy Efficiency in Buildings – Transforming market*.
- [3] Nguyễn Sơn Lâm và các cộng tác viên. *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 BDKH 52. Viện KHCN Xây dựng .
- [4] <http://www.llumar.com/commercial-window-film/commercial-window-film-case-studies/solar-window-film-case-studies/erie-school-system-erie-illinois-window-film-case-study> (2014).
- [5] <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/asia-pacific-solar-control-window-films-market-2018-2028>.
- [6] <https://vifg.com.vn/news/cong-ty-kinh-noi-viglacera-cong-ty-san-xuat-kinh-tiet-kiem-nang-luong/4-2023>.

- [7] <http://www.vfg.vn/kinh-cho-cong-trinh-kien-truc/kinh-noi-khong-mau?contentType=overview>, 3/2023.
- [8] QCVN 09:2017/BXD *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình sử dụng năng lượng hiệu quả*.
- [9]. http://www.3m.com/3M/en_US/building-window-solutions-us, 2015.
- [10] International Standard Organization (2017): *ISO 9050:2003 Glass in buildings - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors*.
- [11] Somsak Chaiyapinunta, Nopparat Khampornb. *Selecting glass window with film for buildings in a hot climate*. doi:10.4186/ej.2009.13.1.29. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Phayathai, Bangkok 10330, Thailand.
- [12] <https://scorpionwindowfilm.com/how-long-does-a-residential-window-film-last/> 3/2023