

Nghiên cứu đánh giá hiệu quả che nắng của bọt cao su xốp trên ô tô

Studying and evaluating the effects of nitrile rubber foam sunshade cover for outdoor parking car

Nguyễn Thế Lương

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: luong.nguyenthe@hust.edu.vn

Tel: +84- 38680097; Mobile: 0962886464

Tóm tắt

Từ khóa:

Bức xạ mặt trời, Bọt che nắng ô tô, Cao su xốp, Làm mát xe

Bài báo này nghiên cứu hiệu quả của bọt cao su xốp trên ô tô Ford laser khi bị bức xạ mặt trời. Phương pháp nghiên cứu là kết hợp giữa thực nghiệm với tính toán lý thuyết. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, khi sử dụng bọt cao su xốp có chiều dày 3mm, nhiệt độ cao nhất trong xe ô tô Ford Laser 1.8 là 50,2°C, thấp hơn so với khi không sử dụng bọt và khi sử dụng bọt thương mại lần lượt là 22,3°C và 15,5°C. Kết quả tính toán hiệu quả năng lượng cũng cho thấy, khi sử dụng bọt cao su xốp giúp giảm đáng kể năng lượng mặt trời vào xe, tổng năng lượng mặt trời vào xe khi sử dụng bọt cao su xốp giảm 66,34% so với trường hợp không sử dụng bọt che nắng.

Abstract

Keywords:

Sun radiation; Car sunshade cover; Nitrile rubber foam; Cooling.

This paper studies the effects of nitrile rubber foam sunshade cover used for cooling a Ford Laser when it is exposed to strong sunlight. The study method is combined from experiment and theoretical calculation. The results have shown that, when using 3 mm-thick nitrile rubber foam sunshade cover, the car's observed maximum temperature was 50.2°C, which is much lower than when it is exposed directly to sun radiation, and when commercial covers were used, the temperature were 22.3°C and 15.5°C respectively. The results of energy efficiency calculation showed that total sun radiation energy stored into the car was greatly reduced when using nitrile rubber foam cover, which was reduced by 66.34% compared to being directly exposed to sun radiation.

Ngày nhận bài: 19/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 04/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

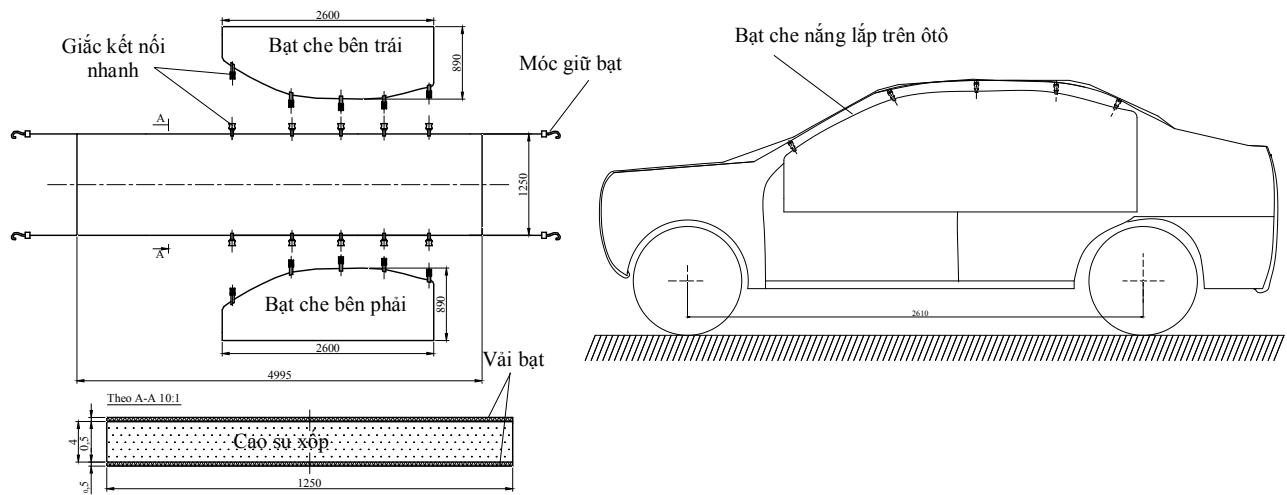
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển của kinh tế và xã hội, ô tô ngày càng được sử dụng rộng rãi. Vào những ngày nắng nóng, xe bị phơi ngoài trời mà không được che nắng có nhiệt độ cao có thể gây bỏng, ngột ngạt, ảnh hưởng xấu đến não bộ, thậm chí gây tử vong. Chất benzen có nhiều trên bề mặt nhựa của bảng điều khiển, nội thất xe, ghế ngồi, ống dẫn khí, có thể gây hại cho thận, gan, dẫn đến các bệnh bạch cầu, ung thư. 50mg là mức benzen cho phép, tuy nhiên, khi đóng kín cửa,

mức benzen lên đến 400-800 mg, cao hơn 8 lần mức cho phép [1-2]. Đổ xe dưới nắng gắt và nhiệt độ cao trong thời gian dài còn ảnh hưởng ít nhiều đến bề mặt sơn, tác động trực tiếp đến ngoại thất và nội thất, lớp sơn nhanh xuống cấp, các chi tiết nhựa, da và đồ gỗ trang trí bên trong giảm tuổi thọ và lão hoá do chịu tác động của hơi nóng. Ngoài ra, khi đỗ xe ngoài trời dưới nắng gắt, nhiệt độ của những vật dễ cháy nổ để trong xe như bật lửa, lon nước ngọt hay bình cứu hoả mini tăng cao gây ra mối nguy hiểm cháy nổ trên xe [3].

Để khắc phục tình trạng trên, nhiều giải pháp đã được đưa ra như đỗ xe dưới bóng râm, sử dụng các bạt chống nắng, phim chống nóng, miếng dính phản quang. Một phương pháp khác giúp hạ nhiệt là chạy điều hòa của xe ô tô, điều này làm tăng tiêu hao nhiên liệu của xe hơn 50% [4]. Rugh và các cộng sự đã nghiên cứu hiệu quả làm mát của xe ô tô bằng phương pháp thông gió, kết quả chỉ ra rằng khi sử dụng biện pháp thông gió có thể giúp giảm nhiệt độ ở kính và trước xe lần lượt là 2,3 và 8,3°C. Flores và các cộng sự nghiên cứu cải thiện hiệu quả của phương pháp thông gió, nhiệt độ trong cabin có thể giảm được 7°C, phương pháp sử dụng phim dán có thể giảm nhiệt độ ở cửa kính và trước cabin lần lượt là 6,3°C và 9,5°C [5]. Gần đây, Verdell Harris đã sử dụng sò lạnh để làm mát không khí trong xe, tuy nhiên hiệu quả làm mát không cao [6]. Như vậy có thể thấy rằng việc nghiên cứu che nắng để giảm nhiệt độ trong xe là cần thiết và đang thu hút được sự quan tâm của các nhà nghiên cứu. Cao su xốp được ứng dụng nhiều trong bảo ôn điều hòa và cách âm, nghiên cứu cho thấy hiệu quả cách nhiệt cao trong các điều hòa thương mại [7]. Bài báo này sẽ nghiên cứu ảnh hưởng của cao su xốp trên bạt che nắng ô tô để đánh giá hiệu quả giảm nhiệt độ trong xe.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM



Hình 1. Cấu tạo của bạt che nắng khi lắp trên ô tô Ford Laser 1.8

Xe ô tô Ford Laser 1.8 được chọn làm đối tượng nghiên cứu hiệu quả làm mát xe khi đỗ dưới bức xạ mặt trời, xe có chiều dài: 4470 mm, chiều rộng 1705 mm, chiều cao 1430 mm. Bạt cao su xốp có cấu tạo như hình 1, bạt bao gồm một bạt chính chạy từ đầu xe đến đuôi xe và hai bạt phụ ở hai bên hông của xe, bạt chính và bạt phụ nối với nhau bởi giắc kết nối nhanh, bạt bằng vải bạt có tráng nhôm để tăng khả năng chống nắng, giữa hai lớp vải là lớp cao su xốp để cách nhiệt và ngăn nắng bức xạ mặt trời vào xe. Bảng 1 chỉ ra tính chất của cao su xốp, đây là loại HI-NBR được sản xuất bởi công ty Guangzhou Cheerfore Insulation, Trung Quốc, bạt chính có kích

thước dài nhất 4995 mm, rộng 1250 mm, hai bạt phụ có kích thước dài rộng lần lượt là 2600 mm và 890 mm. Hình 2 chỉ ra bạt che nắng thương mại và bạt cao su xốp sau khi chế tạo, bạt thương mại BC-5 của công ty Sankaku được chọn để so sánh với bạt cao su xốp (hình 2). Phương pháp thử nghiệm là so sánh đối chứng, thí nghiệm đo nhiệt độ cao nhất trong xe trong khoảng thời gian từ 12h đến 13h, trước khi đo xe được để ở điều kiện nhiệt độ ổn định bằng nhiệt độ môi trường, sau đó xe được đóng kín cửa và đo sự tăng nhiệt độ trong xe ứng với các trường hợp không có bạt, có bạt thương mại, bạt cao su xốp với chiều dày lớp cao su xốp thay đổi từ 0 đến 8 mm, nhiệt độ cao nhất trong các trường hợp trên sẽ được sử dụng để so sánh và đánh giá hiệu quả giảm nhiệt độ trong xe của bạt cao su xốp so với bạt thương mại và không sử dụng bạt. Cảm biến nhiệt độ Pt100 (-50°C-200°C) và thiết bị ghi nhiệt độ theo thời gian thực Hanyoung HX7, Hàn Quốc được sử dụng trong nghiên cứu này.

Bảng 1. Đặc tính của lớp cao su xốp

| Đặc tính | | Đơn vị | Giá trị | Phương pháp thử |
|-------------------|--------|----------------------|---------|---------------------|
| Nhiệt độ làm việc | | (°C) | -50~110 | - |
| Mật độ | | (kg/m ³) | 40~120 | ASTM D1622 or D1667 |
| Hệ số dẫn nhiệt | (0°C) | (W/mK) | 0,031 | ASTM C177 or C518 |
| | (40°C) | (W/mK) | 0,036 | |

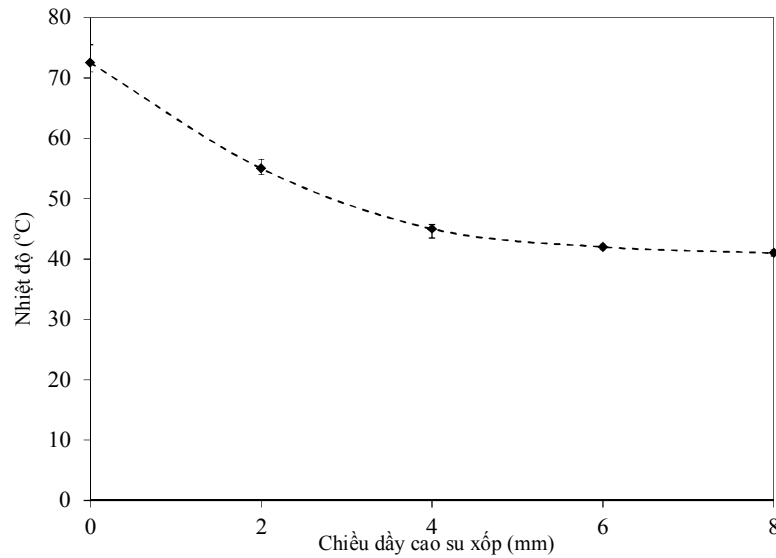
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của chiều dày cao su xốp đến hiệu quả làm mát của xe ô tô

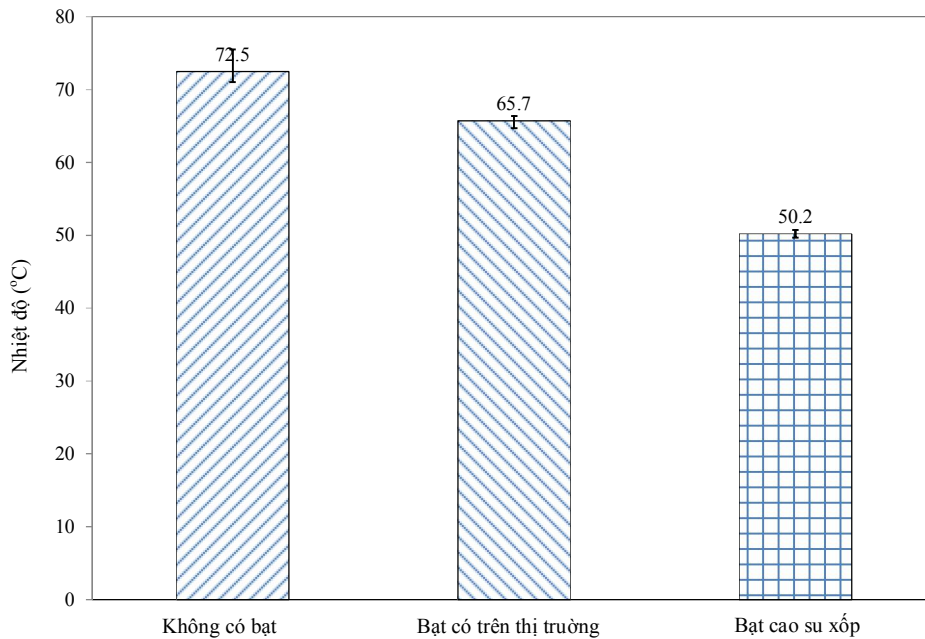


Hình 2. Thực nghiệm đo nhiệt độ trong xe khi sử dụng bạt thương mại và bạt cao su xốp

Hình 3 chỉ ra hiệu quả giảm nhiệt độ của bạt che nắng ô tô khi thay đổi chiều dày lớp cao su xốp từ 0 đến 8 mm, kết quả cho thấy khi tăng chiều dày lớp cao su xốp từ 0 đến 4 mm, nhiệt độ cao nhất trong xe giảm nhanh, tiếp tục tăng chiều dày lớp cao su xốp lên đến 8 mm thì nhiệt độ cao nhất trong xe tiếp tục giảm nhưng mức giảm chậm, nhiệt độ trong xe giảm nguyên nhân là do cao su xốp có hệ số truyền nhiệt thấp, bên cạnh đó cao su xốp là vật liệu đen tuyệt đối vì vậy có thể ngăn bức xạ nhiệt, khi càng tăng chiều dày lớp cao su xốp, khả năng cách nhiệt và ngăn bức xạ tăng, vì vậy giúp giảm nhiệt độ trong xe. Kết quả trên hình 3 cũng cho thấy, khi sử dụng bạt cao su xốp có thể giúp giảm nhiệt độ trong xe lớn nhất đến 30°C, tuy nhiên khi sử dụng cao su xốp với chiều dày lớn có gây khó khăn cho quá trình cất trữ, vận chuyển và lắp đặt, không thuận tiện khi áp dụng thực tế, vì vậy chiều dày cao su xốp 3 mm được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 3. Hiệu quả làm mát của bạt che nắng ô tô khi thay đổi chiều dày lớp cao su xốp

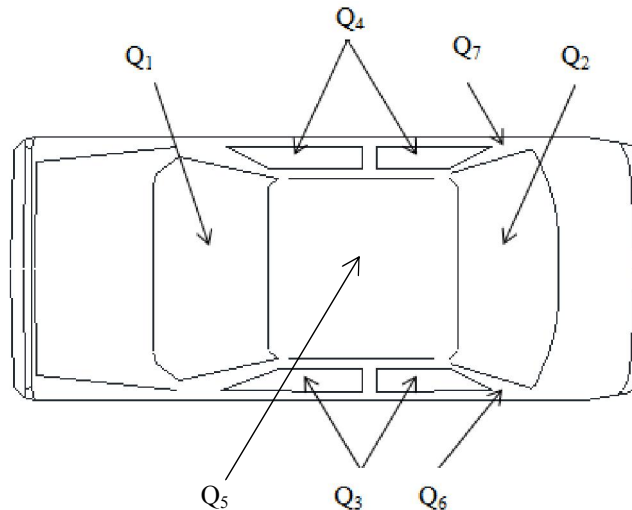


Hình 4. So sánh nhiệt độ cao nhất trong xe của bạt cao su xốp so với bạt thương mại

Hình 4 chỉ ra kết quả thực nghiệm đo nhiệt độ cao nhất trong xe trong thời gian từ 12h đến 13h, nhiệt độ môi trường ổn định trong khoảng 38°C ứng với các trường hợp không sử dụng bạt, sử dụng bạt thương mại và sử dụng bạt cao su xốp. Kết quả cho thấy, nhiệt độ cao nhất trong xe ứng với trường hợp không sử dụng bạt là 72,5°C. Khi sử dụng bạt thương mại, nhiệt độ cao nhất trong xe giảm xuống 65,7°C, bạt thương mại sử dụng vải bạt tráng nhôm có hệ số truyền nhiệt thấp 0,06 (W/m.K), chiều dày vải bạt 0,5 mm, khi sử dụng vải bạt sẽ giúp ngăn bức xạ mặt trời và giảm truyền nhiệt vào trong xe, vì vậy giúp giảm nhiệt độ trong xe, nhiệt độ cao nhất có thể giảm là 6,8°C, kết quả này cũng phù hợp với các báo cáo trước đó [4,5]. Trong trường hợp sử dụng bạt cao su xốp, nhiệt độ cao nhất trong xe giảm xuống 50,2°C với chiều dày cao su xốp là 3 mm, lý do của sự giảm nhiệt độ đã được chỉ ra ở trên.

3.2. Đánh giá hiệu quả năng lượng khi sử dụng bạt cao su xốp

3.2.1. Xây dựng mô hình tính toán



Q₁- Nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính trước (phía đông); Q₂- Nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính sau (phía tây);
 Q₃- Nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính bên trái (phía bắc); Q₄- Nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính bên phải (phía nam);
 Q₅- Nhiệt tỏa vào xe qua nóc xe; Q₆- Nhiệt tỏa vào xe qua mặt bên trái (phía bắc);
 Q₇- Nhiệt tỏa vào xe qua mặt bên phải (phía nam).

Hình 5. Mô hình tính toán trao đổi nhiệt

Mô hình tính toán quá trình trao đổi nhiệt của xe khi bị bức xạ mặt trời trong các trường hợp không có bạt, có bạt thương mại và bạt cao su xốp được thực hiện như sau:

Bức xạ mặt trời chiếu xuống bề mặt xe theo nhiều phương khác nhau với cường độ khác nhau. Năng lượng tán xạ theo các hướng Đông - Tây - Nam - Bắc và lớn nhất chủ yếu theo hướng Đông-Tây [7], vì vậy trong tính toán này, hướng đỗ xe được chọn theo hướng Đông -Tây (Hình 5). Hình 5 cũng chỉ ra rằng, bề mặt xe con chủ yếu gồm hai dạng là bề mặt kính và bề mặt thép có gắn nỉ hoặc bông để cách nhiệt, cách âm, quá trình trao đổi nhiệt trong xe là quá trình trao đổi nhiệt phức tạp, bao gồm bức xạ nhiệt từ mặt trời lên bề mặt xe và vào trong xe, quá trình truyền nhiệt từ bề mặt xe vào trong xe. Để tăng độ chính xác trong quá trình tính toán trao đổi nhiệt, xe sẽ được chia thành nhiều bề mặt, bao gồm bề mặt kính và bề mặt thép, bề mặt kính bao gồm bề mặt kính trước Q₁, kính sau Q₂, kính bên trái Q₃ và bên phải Q₄ (hình 5). Bề mặt vỏ thép bao gồm phần bề mặt vỏ thép trên nóc xe Q₅, bề mặt vỏ thép bên cạnh bên trái Q₆ và bên phải Q₇ (hình 5). Khi xe đỗ ngoài trời, động cơ đốt trong không làm việc, vì vậy trao đổi nhiệt từ động cơ với khoang trong xe không đáng kể, tương tự nhiệt bức xạ từ mặt đường vào gầm xe cũng không đáng kể, vì vậy trong nghiên cứu này sẽ bỏ qua quá trình trao đổi nhiệt của động cơ và mặt đường vào trong khoang xe.

Bảng 2. Bức xạ nhiệt trung bình tháng 7 theo các hướng (W/m²) trong thời gian từ 12h đến 13h

| Hướng mặt trời | Đông | Tây | Nam | Bắc | Ngang |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bức xạ nhiệt mặt trời từ 12h đến 13h (W/m ²) | 160,9 | 160,9 | 161,3 | 160,6 | 160,9 |

Số liệu công bố trong quy chuẩn xây dựng Việt Nam, 2008 [3] chỉ ra cường độ bức xạ mặt trời theo các hướng, theo thời gian và theo các tháng trong năm của Hà Nội, kết quả chỉ ra rằng cường độ bức xạ lớn nhất trong khoảng 12h đến 13h, bảng 2 chỉ ra số liệu cường độ bức xạ nhiệt trung bình của tháng 7 trong thời gian từ 12h đến 13h.

| | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| Ngang | 155 | 159,5 | 160,9 | 159,5 | 155 | 144,9 | 127,5 |
|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|

Theo hình 5, tổng nhiệt tỏa trong xe được tính như sau:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_3 + Q_5 + Q_6 + Q_7 \quad (W) \quad (1)$$

Trong đó: nhiệt tỏa trong xe chia ra làm hai phần, qua vỏ và qua cửa kính. Nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính bao gồm bức xạ và truyền nhiệt qua vách phẳng, dưới đây là công thức xác định nhiệt tỏa vào xe qua cửa kính [9]:

$$\begin{aligned} Q_k &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_{bx1} + Q_{bx2} + Q_{bx3} + Q_{bx4} + Q_{tn1} + Q_{tn2} + Q_{tn3} + Q_{tn4} \\ &= \Sigma Q_{bxki} + \Sigma Q_{tnki} \quad (i=1 \div 4) \end{aligned} \quad (2)$$

Trong đó, nhiệt tỏa do bức xạ mặt trời qua các cửa kính được tính theo công thức sau [9]:

$$Q_{bxki} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \gamma \cdot q \cdot F_i \quad (3)$$

Ở đó $\tau_1 = 0,9$: Hệ số trong suốt của kính; $\tau_2 = 0,8$: Hệ số bẩn mặt kính; $\tau_3 = 0,75$: Hệ số che khuất của khung; $\tau_4 = 0,65$: Hệ số tán xạ che chắn; $\gamma = 0,9$: Hệ số xuyên qua của kính; q : Bức xạ mặt trời đi đến bề mặt kính; F_i : Diện tích bề mặt kính thứ i ($i = 1 \div 4$)

Truyền nhiệt qua các cửa kính xác định theo công thức sau [10]:

$$Q_{tnki} = k_k \cdot F_i \cdot \Delta t_i \quad (4)$$

k_k : Hệ số truyền nhiệt của kính, với kính xe có chiều dày 5 mm, từ đó tính được $k_k = 11,162$ (W/m².K).

Δt_i : Độ chênh lệch nhiệt độ giữa trong xe và ngoài xe qua các cửa kính

$F_1 = 1,26$ (m²): Diện tích kính trước xe, $F_2 = 0,89$ (m²): Diện tích kính sau xe; $F_3 = F_4 = 0,5$ (m²): Diện tích kính bên của xe

Nhiệt tỏa vào xe qua vỏ xe được tính theo công thức sau:

$$Q_v = Q_5 + Q_6 + Q_7 = \Sigma Q_i \quad (i = 5 \div 7) \quad (5)$$

$$Q_i = k \cdot F_i \cdot \Delta t_i \quad (6)$$

k : Hệ số truyền nhiệt của vỏ xe

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma_1}{\lambda_1} + \frac{\sigma_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (7)$$

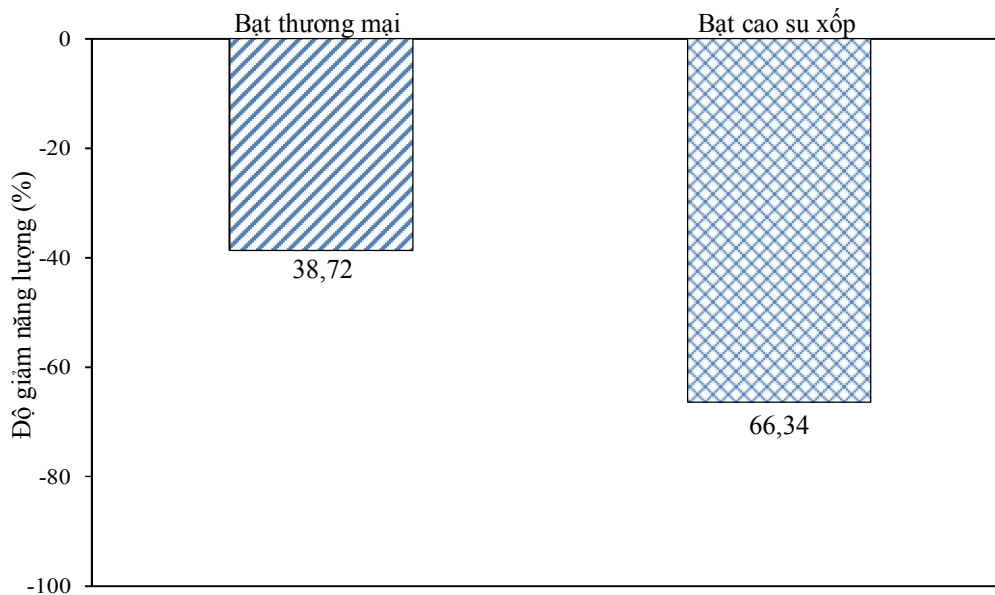
$\alpha_1 = 20$ (W/m².K): Hệ số tỏa nhiệt từ bên ngoài đến bề mặt vỏ xe; $\alpha_2 = 30$ (W/m².K): Hệ số tỏa nhiệt bên bề mặt lớp nỉ vào trong xe; $\sigma_1 = 3$ (mm): Chiều dày vỏ xe; $\sigma_2 = 15$ (mm): Chiều dày lớp nỉ cách nhiệt; $\lambda_1 = 58$ (W/m.K): Hệ số dẫn nhiệt của thép; $\lambda_2 = 0,032$ (W/m.K): Hệ số dẫn nhiệt của nỉ; thay vào công thức (7) ta được $k = 1,811$ (W/m².K).

Δt_5 : Độ chênh lệch nhiệt độ giữa trong và ngoài xe qua nóc xe; Δt_6 : Độ chênh lệch nhiệt độ giữa trong và ngoài xe mặt bên xe phía trái; Δt_7 : Độ chênh lệch nhiệt độ giữa trong và ngoài xe qua mặt bên xe phía phải, để đơn giản coi nhiệt độ trong xe là như nhau vì vậy $\Delta t_5 = \Delta t_6 = \Delta t_7 = 34,5^\circ\text{C}$.

$F_5 = 1,56$ (m²): Diện tích nóc xe; $F_6 = F_7 = 1,095$ (m²): Diện tích mặt bên của xe; Thay các thông số tính toán được ở công thức (5) và (2) vào (1) ta sẽ xác định được tổng nhiệt vào trong xe trong trường hợp không có bạt.

Khi dùng bạt thương mại, ánh sáng mặt trời sẽ chiếu trực tiếp lên lớp vải bạt. Từ đó quá trình tính toán bao gồm tính bức xạ nhiệt lên vải, sau đó nhiệt sẽ truyền từ bạt lên vỏ xe, vì vậy quá trình trao đổi nhiệt vào xe là quá truyền nhiệt qua vách phẳng nhiều lớp, quá trình tính toán cũng tương tự như trên, ở đây chiều dày lớp vải là 0,5 mm, hệ số dẫn nhiệt của vải 0,06 (W/m.K). Trong trường hợp dùng bạt cao su xốp, ngoài hai lớp vải ở trên, còn bố trí thêm lớp cao su xốp để cách nhiệt, thông số của lớp cao su xốp như đã chỉ ra trong bảng 1, với chiều dày tấm cao su xốp 3 mm, hệ số dẫn nhiệt của cao su lưu hóa 0,036 (W/m.K).

3.2.2. Đánh giá hiệu quả năng lượng khi sử dụng bạt cao su xốp



Hình 6. Độ giảm tổng lượng nhiệt tỏa vào xe trong các trường hợp có bạt cao su xốp và bạt thương mại so với khi không dùng bạt che nắng

Bảng 3. Năng lượng nhiệt mặt trời truyền vào xe trong thời gian từ 12h đến 13h (W)

| Nhiệt các bề mặt | Q ₁ | Q ₂ | Q ₃ | Q ₄ | Q ₅ | Q ₆ | Q ₇ | ΣQ |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Không bạt | 291,6 | 206 | 115,3 | 116,3 | 57,6 | 52,2 | 52,5 | 891,5 |
| Bạt thương mại | 162,7 | 114,9 | 64,4 | 64,9 | 49,2 | 45 | 45,2 | 546,3 |
| Bạt cao su xốp | 80,3 | 56,7 | 31,8 | 32 | 35,2 | 31,9 | 32,1 | 300,0 |

Bảng 3 chỉ ra kết quả tính toán tổng năng lượng truyền vào xe trong thời gian từ 12h đến 13h trong các trường hợp không có bạt, bạt thương mại và bạt cao su xốp. Kết quả cho thấy năng lượng từ bức xạ mặt trời chiếu vào các bề mặt xe trong trường hợp không sử dụng bạt đều cao hơn so với khi sử dụng bạt thương mại và bạt cao su xốp, khi sử dụng bạt cao su xốp năng lượng truyền vào các bề mặt xe là thấp nhất, tổng năng lượng bức xạ mặt trời chiếu vào xe trong trường hợp không bạt, bạt thương mại và bạt cao su xốp lần lượt là 891,5W, 546,3W và 300W. Hình 6 chỉ ra mức giảm năng lượng khi sử dụng bạt thương mại và bạt cao su xốp so với khi không sử dụng bạt, kết

quả cho thấy khi sử dụng bạt thương mại và bạt cao su xốp tổng năng lượng bức xạ mặt trời truyền vào xe giảm lần lượt là 38,72% và 66,34%, mức giảm lớn nhất khi sử dụng bạt cao su xốp, điều này chứng tỏ hiệu quả cách nhiệt và ngăn bức xạ mặt trời hiệu cao của cao su xốp.

4. KẾT LUẬN

Hiệu quả của cao su xốp trên bạt che nắng ô tô để đánh giá hiệu quả làm mát xe đã được nghiên cứu. Kết quả cho thấy, cao su xốp có khả năng cách nhiệt và ngăn tia bức xạ mặt trời hiệu quả, khi sử dụng bạt cao su xốp có chiều dày 3mm, nhiệt độ cao nhất trong xe ô tô Ford Laser 1.8 đo trong thời gian từ 12h đến 13h là 50,2°C, thấp hơn so với khi không sử dụng bạt và khi sử dụng bạt thương mại lần lượt là 22,3°C và 15,5°C. Kết quả tính toán hiệu quả năng lượng cũng chỉ ra rằng, khi sử dụng bạt cao su xốp giúp giảm đáng kể năng lượng mặt trời tỏa vào trong xe, khi sử dụng bạt cao su xốp tổng năng lượng mặt trời vào xe giảm 66,34% so với trường hợp không sử dụng bạt che nắng.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, đề tài liên ngành mã số T2016-LN-07 đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hussain H. Al-Kayiem, M. Firdaus Bin M. Sidik, Yuganthira R.A.L Munusammy (2010). Study on the Thermal Accumulation and Distribution inside a Parked Car Cabin, *American Journal of Applied Sciences*, 7 (6): 784-789.
- [2]. A. Grundstein, J. Dowd, V. Meentemeyer 2010. Quantifying The Heat-Related Hazard For Children In Motor Vehicles, *Buletin of the American Meteorological Society*, 91(9): 1186-1191.
- [3]. A. Grundstein, V. Meentemeyer, J. Dowd 2009. Maximum vehicle car temperatures under different meteorological conditions, *Int. J. Biometeor*, 53, 255–261.
- [4]. Rugh, J. P., Chaney, L., Lustbader, J. 2007. Reduction in Vehicle Temperatures and Fuel Use from Cabin Ventilation, Solar-Reflective Paint and a New Solar-Reflective Glazing, SAE World Congress, Detroit, Michigan, April 16-19, 2007.
- [5]. Flores, A. Parsy, P. Burnett, I. Carrasco 2008. *SolarVent 1530*, Solar Powered Car Ventilation System.
- [6]. Verdell Harris, Vehicle heating and cooling system, *Patent Application Publication, US Patent Number 4280330*
- [7]. R. Dunn, D. C. Coulthard, and H. A. Pfisterer 1978 Advances in Nitrile Rubber Technology. *Rubber Chemistry and Technology*: July 1978, Vol. 51, No. 3, pp. 389-405
- [8]. QCXDVN 02- 2008/BXD: Quy chuẩn xây dựng Việt Nam số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- [9]. Nguyễn Đức Lợi. Hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hoà không khí. *Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật*, 2005.
- [10]. Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú. Truyền nhiệt. *NXB Giáo dục* 2004.