

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN xxxxx:2024
ASTM E1980 – 11(2019)

Xuất bản lần 1

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN
CHỈ SỐ PHẢN XẠ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO CÁC
BỀ MẶT CHẮN SÁNG NẰM NGANG VÀ ĐỘ DỐC THẤP

*Standard practice for Calculating solar reflectance index of horizontal and low-sloped
opaque surfaces*

HÀ NỘI - 2024

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ chung	7
4 Tóm tắt phương pháp.....	9
5 Ý nghĩa và cách dùng	10
6 Quy trình.....	10
Thư mục tài liệu tham khảo	12

Lời nói đầu

TCVN xxxxx:2024 hoàn toàn tương đương ASTM E1980-11(2019)

TCVN xxxxx:2024 do Viện Vật liệu xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Nhiệt độ bề mặt ở trạng thái ổn định (T_s) dưới ánh nắng mặt trời có mối tương quan chặt chẽ với hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và độ phát xạ nhiệt của bề mặt. Đối với các điều kiện tương đương, T_s của các bề mặt tối (có hệ số phản xạ năng lượng mặt trời thấp) cao hơn bề mặt sáng màu (có hệ số phản xạ năng lượng mặt trời cao); và các bề mặt có độ phát xạ nhiệt thấp có T_s cao hơn bề mặt có độ phát xạ nhiệt cao. Quy trình được khuyến nghị trong tiêu chuẩn này sẽ cho phép so sánh trực tiếp T_s của các bề mặt dưới ánh nắng mặt trời. Quy trình xác định chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời (SRI) xác định T_s tương đối của bề mặt vật liệu đối với màu trắng chuẩn (SRI = 100) và màu đen chuẩn (SRI = 0) trong các điều kiện môi trường và năng lượng mặt trời tiêu chuẩn.

Phương pháp tính toán chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời cho các bề mặt chắn nắng nằm ngang và độ dốc thấp

Standard practice for Calculating solar reflectance index of horizontal and low-sloped opaque surfaces

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này bao gồm việc tính toán chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời (SRI) của các bề mặt chắn nắng nằm ngang và độ dốc thấp ở các điều kiện tiêu chuẩn. Phương pháp này nhằm tính toán SRI cho các bề mặt có độ phản xạ lớn hơn 0,1.

1.2 Các giá trị được nêu trong tiêu chuẩn này theo hệ đo lường tiêu chuẩn SI. Tiêu chuẩn này không sử dụng đơn vị đo lường nào khác.

1.3 Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các vấn đề liên quan đến an toàn, nếu có chỉ liên quan đến việc sử dụng tiêu chuẩn này. Trách nhiệm của người sử dụng tiêu chuẩn này là phải tự thiết lập các tiêu chuẩn thích hợp về thực hành an toàn, sức khỏe và môi trường, cũng như xác định khả năng áp dụng các giới hạn quy định trước khi sử dụng.

1.4 Tiêu chuẩn này được phát triển phù hợp với các nguyên tắc được quốc tế công nhận về tiêu chuẩn hóa đã được thiết lập trong Quyết định về Nguyên tắc xây dựng các tiêu chuẩn quốc tế.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố áp dụng thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ASTM G173, Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface (Các bảng tiêu chuẩn về quang phổ bức xạ mặt trời tham chiếu: vuông góc trực tiếp và bán cầu trên mặt phẳng nghiêng 37°)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1 Các định nghĩa

3.1.1

Hệ số đối lưu (convective coefficient) (h_c)

Tốc độ truyền nhiệt từ bề mặt sang không khí do sự chuyển động của không khí, được biểu thị bằng watt trên mét vuông trên độ Kelvin, $W.m^{-2}.K^{-1}$.

3.1.2

Các bề mặt có độ dốc thấp (low-sloped surfaces)

Có độ dốc nhỏ hơn $9,5^\circ$ so với phương ngang.

3.1.3

Nhiệt độ bề mặt đen tham chiếu (reference black surface temperature) (T_b)

Nhiệt độ ở trạng thái ổn định của bề mặt đen với hệ số phản xạ năng lượng mặt trời là 0,05 và hệ số bức xạ nhiệt là 0,9, trong các điều kiện bức xạ mặt trời và môi trường xung quanh tiêu chuẩn.

3.1.4

Nhiệt độ bề mặt trắng tham chiếu (reference white surface temperature) (T_w)

Nhiệt độ ở trạng thái ổn định của bề mặt trắng với hệ số phản xạ năng lượng mặt trời là 0,80 và hệ số bức xạ nhiệt là 0,9, trong các điều kiện bức xạ mặt trời và môi trường xung quanh tiêu chuẩn.

3.1.5

Nhiệt độ bầu trời (sky temperature) (T_{sky})

Nhiệt độ của vật đen có thể tỏa ra cùng một công suất về phía trái đất cũng như bầu trời.

3.1.6

Hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời (solar absorptance) (α)

Phần năng lượng bức xạ mặt trời được hấp thụ bởi một bề mặt. Đối với bề mặt chắn nắng $\alpha = 1 - a$.

3.1.7

Cường độ bức xạ mặt trời (solar flux) (I)

Năng lượng bức xạ trực tiếp và khuếch tán từ mặt trời xuống mặt đất qua quang phổ bức xạ mặt trời, được biểu thị bằng watt trên mét vuông, $W.m^{-2}$.

3.1.8

Hệ số phản xạ năng lượng mặt trời (solar reflectance) (a)

Phần năng lượng bức xạ mặt trời được phản xạ bởi một bề mặt.

3.1.9

Chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời (solar reflectance index) (SRI)

Là nhiệt độ T_s tương đối của một bề mặt màu trắng tiêu chuẩn (SRI = 100) và màu đen tiêu chuẩn (SRI = 0) trong điều kiện bức xạ mặt trời và môi trường xung quanh tiêu chuẩn.

3.1.10

Quang phổ mặt trời (solar spectrum)

Phân bố quang phổ của ánh sáng mặt trời điển hình ở mật độ không khí 1,5 được xác định trong các bảng của ASTM G173.

3.1.11**Điều kiện tiêu chuẩn năng lượng mặt trời và môi trường xung quanh (standard solar and ambient conditions)**

Để phục vụ cho mục đích tính toán trong tiêu chuẩn này, điều kiện tiêu chuẩn được định nghĩa là cường độ bức xạ mặt trời là $1000 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, nhiệt độ không khí xung quanh là 310 Kelvin (K) và nhiệt độ bầu trời là 300 K. Các hệ số trao đổi nhiệt đối lưu là 5, 12, 30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, tương ứng với các điều kiện gió yếu (0 đến 2 m.s^{-1}), trung bình (2 đến 6 m.s^{-1}) và mạnh (6 đến 10 m.s^{-1}).

3.1.12**Nhiệt độ bề mặt ở trạng thái ổn định (steady-state surface temperature) (T_s)**

Là nhiệt độ bề mặt, tính bằng K, dưới điều kiện bức xạ mặt trời và môi trường xung quanh tiêu chuẩn.

3.1.13**Hệ số phát xạ nhiệt (thermal emissivity) (ϵ)**

Tỷ số giữa thông lượng bức xạ do một bề mặt phát ra một nhiệt độ nhất định so với phát ra bởi một bức xạ vật đen ở cùng nhiệt độ. Đối với tính toán này, độ phát xạ nhiệt là ở nhiệt độ dưới 150°C .

4 Tóm tắt phương pháp

4.1 Đối với các bề mặt tiếp xúc với ánh nắng mặt trời, khi độ dẫn nhiệt vào vật liệu bằng 0, nhiệt độ bề mặt ở trạng thái ổn định thu được theo công thức sau:

$$\alpha l = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_{sky}^4) + h_c (T_s - T_a) \quad (1)$$

Trong đó:

α : hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời = 1 – hệ số phản xạ năng lượng mặt trời,

l : cường độ bức xạ mặt trời (W.m^{-2}),

ϵ : hệ số phát xạ nhiệt,

σ : hằng số Stefan Boltzmann, $5.66961 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$,

T_s : nhiệt độ bề mặt ở trạng thái ổn định, K,

T_{sky} : nhiệt độ bầu trời, K,

h_c : hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ và

T_a : nhiệt độ không khí, K.

4.2 Đối với vật liệu sẽ đo được các hệ số phản xạ năng lượng mặt trời, hệ số phát xạ nhiệt của bề mặt và hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, thì để tính được nhiệt độ bề mặt cần giải phương trình 1 theo phương pháp lặp. Ngoài ra, cũng có thể sử dụng công thức sau để tính toán nhiệt độ bề mặt:

$$T_s = 309,07 + \frac{(1066,07\alpha - 31,98\epsilon)}{(6,78\epsilon + h_c)} - \frac{(890,94\alpha^2 + 2153,86\alpha\epsilon)}{(6,78\epsilon + h_c)^2} \quad (2)$$

Nhiệt độ bề mặt ước tính theo phương trình 2 được lấy chính xác tới 1K.

4.3 Trong phương pháp này, chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời được tính bởi công thức:

$$SRI = 100 \frac{T_b - T_s}{T_b - T_w} \quad (3)$$

TCVN xxxxx:2024

Trong đó: T_b và T_w là nhiệt độ ở trạng thái ổn định của bề mặt đen và trắng tham chiếu.

Trong điều kiện bức xạ mặt trời và môi trường xung quanh tiêu chuẩn chuẩn, công thức 3 được hồi quy về:

$$SRI = 123,97 - 141,35\chi + 9,655\chi^2 \quad (4)$$

Trong đó:

$$\chi = \frac{(\alpha - 0,029\varepsilon)(8,797 + h_c)}{9,5205\varepsilon + h_c} \quad (5)$$

Đối với α lớn hơn 0,1 và không bao gồm các bề mặt hấp thụ nhiệt (bề mặt có khả năng hấp thụ năng lượng mặt trời cao và tỏa nhiệt thấp, nghĩa là α lớn hơn 0,8 và ε nhỏ hơn 0,2), công thức 4 ước tính SRI với sai số trung bình là 0,9 và sai số tối đa là 2.

5 Ý nghĩa và cách sử dụng

Hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và hệ số phát xạ nhiệt là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến nhiệt độ không khí xung quanh bề mặt và gần bề mặt. Các bề mặt có hệ số phản xạ năng lượng mặt trời thấp sẽ hấp thụ phần lớn năng lượng mặt trời chiếu tới. Một phần năng lượng hấp thụ này được dẫn vào mặt đất và các tòa nhà, một phần trao đổi đối lưu với không khí (dẫn đến nhiệt độ không khí tăng lên), và một phần được bức xạ trở lại bầu trời. Đối với các điều kiện tương đương, độ phát xạ nhiệt của bề mặt càng thấp thì nhiệt độ ở trạng thái ổn định của bề mặt đó càng cao. Các bề mặt có độ phát xạ nhiệt thấp không thể bức xạ nhiệt lên bầu trời một cách hiệu quả và do đó sẽ nóng hơn. Việc xác định hệ số phản xạ năng lượng mặt trời, hệ số phát xạ nhiệt, và sau đó tính toán nhiệt độ tương đương của bề mặt màu đen và màu trắng tham chiếu (được định nghĩa là Chỉ số phản xạ năng lượng mặt trời - SRI). Chỉ số này có thể giúp các nhà thiết kế và người tiêu dùng lựa chọn vật liệu thích hợp để xây dựng các tòa nhà sử dụng năng lượng hiệu quả. Phương pháp được mô tả trong tiêu chuẩn này cung cấp tính toán chỉ số SRI của các bề mặt dựa trên hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và hệ số phát xạ nhiệt của bề mặt đo được.

6 Cách tiến hành

6.1 Với hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và hệ số phát xạ nhiệt của bề mặt thử nghiệm, tính toán SRI cho ba điều kiện hệ số trao đổi nhiệt đối lưu lần lượt là 5, 12, 30 $W.m^{-2}.K^{-1}$, tương ứng với các điều kiện gió yếu, trung bình và mạnh. Các phương pháp tính tiếp theo được sử dụng để tính toán SRI:

6.1.1 Cách 1 – Tính toán nhiệt độ bề mặt ở trạng thái ổn định cho bề mặt thử nghiệm và bề mặt màu đen và màu trắng tham chiếu. Có thể sử dụng công thức 1 (giải bằng phương pháp lặp) hoặc công thức 2. Sau đó tính SRI theo công thức 3.

6.1.2 Cách 2 – Tính SRI từ công thức 4.

7 Báo cáo thử nghiệm

7.1 Báo cáo phải bao gồm những nội dung sau:

7.1.1 Hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và hệ số phát xạ nhiệt của bề mặt thử nghiệm.

7.1.2 Tính toán chỉ số SRI cho ba điều kiện hệ số trao đổi nhiệt đối lưu lần lượt là 5, 12, 30 $W.m^{-2}.K^{-1}$, tương ứng với các điều kiện gió yếu, trung bình và mạnh.

8 Độ chính xác và độ lệch

8.1 Chỉ số SRI của bề mặt thử nghiệm thay đổi theo hai đặc tính của vật liệu là hệ số phản xạ năng lượng mặt trời và hệ số phát xạ nhiệt, cùng với bốn điều kiện môi trường là cường độ bức xạ mặt trời, hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, nhiệt độ không khí và nhiệt độ bầu trời. Một phân tích độ nhạy chi tiết về sự thay đổi của SRI đối với các điều kiện môi trường ở trên được báo cáo. Sau đây là tóm tắt các kết quả và có thể được sử dụng như một hướng dẫn để đánh giá.

8.1.1 SRI là một công cụ dự đoán tuyệt vời về độ phản xạ năng lượng mặt trời đối với vật liệu có hệ số phát xạ nhiệt cao ($\epsilon > 0,8$) (tức là vật liệu phi kim loại). Trong những điều kiện này, sai số 61% của hệ số phản xạ năng lượng mặt trời sẽ dẫn đến sai số tối đa trong chỉ số SRI là 61,4. Tương tự, sai số 61% của hệ số phát xạ nhiệt ϵ sẽ dẫn đến sai số là 60,6 trong SRI.

8.1.2 Đối với các bề mặt phi kim loại, SRI không nhạy với việc lựa chọn hệ số trao đổi nhiệt đối lưu.

8.1.3 Đối với các bề mặt kim loại được đặc trưng bởi ϵ thấp, SRI tính theo quy trình trên thay đổi đáng kể trong việc lựa chọn hệ số trao đổi nhiệt đối lưu. Do đó, SRI nên được báo cáo cho cả ba hệ số trao đổi nhiệt đối lưu tương ứng với điều kiện gió yếu, trung bình và mạnh.

8.1.4 SRI không nhạy với sự lựa chọn nhiệt độ bầu trời, nhiệt độ môi trường xung quanh và cường độ bức xạ mặt trời.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ASTM E408 Test Methods for Total Normal Emittance of Surfaces Using Inspection-Meter Techniques (*Các phương pháp thử cho tổng phát xạ vuông góc của bề mặt sử dụng các kỹ thuật đo giám sát*)
- [2] ASTM E772 Terminology Relating to Solar Energy Conversion (*Thuật ngữ liên quan đến chuyển đổi năng lượng mặt trời*)
- [3] ASTM E903 Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Intergrating Spheres (*Phương pháp thử nghiệm đo độ hấp thụ, phản xạ và truyền năng lượng mặt trời của vật liệu sử dụng quả cầu tích hợp*)
- [4] ASTM E1918 Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field (*Phương pháp thử nghiệm đo độ phản xạ năng lượng mặt trời của các bề mặt nằm ngang và độ dốc thấp tại hiện trường*)
-