

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11857:2017



ISO 15099:2003

Xuất bản lần 1

**ĐẶC TRƯNG NHIỆT CỦA CỬA SỔ, CỬA ĐI
VÀ KẾT CẤU CHE NẮNG – TÍNH TOÁN CHI TIẾT**

Thermal performance of windows, doors and shading devices

- Detailed calculations

HÀ NỘI - 2017

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Ký hiệu.....	8
3.1 Quy định chung.....	8
3.2 Ký hiệu và đơn vị.....	8
3.3 Các kí tự.....	11
4 Xác định tổng các tính chất của hệ thống cửa sổ và cửa đi.....	13
4.1 Độ truyền nhiệt.....	13
4.2 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời.....	17
4.3 Độ truyền sáng.....	19
5 Tính chất vùng nhìn xuyên.....	19
5.1 Tính chất quang học của lớp kính.....	19
5.2 Tính chất quang học hệ kính.....	20
5.3 Độ truyền nhiệt của vùng nhìn xuyên.....	22
6 Ảnh hưởng của khung cửa.....	29
6.1 Độ truyền nhiệt của diện tích khung cửa và độ truyền nhiệt tuyến tính.....	29
6.2 Phương trình cơ bản để tính toán độ truyền nhiệt.....	29
6.3 Biểu diễn hình học và chia lưới.....	30
6.4 Các vật liệu rắn.....	32
6.5 Hệ số dẫn nhiệt hiệu dụng - Khoang kính.....	33
6.6 Hệ số dẫn nhiệt hiệu dụng - Khoang khung cửa không thông khí.....	33
6.7 Khoang và rãnh được thông khí.....	39
7 Kết cấu che nắng.....	40
7.1 Định nghĩa.....	40
7.2 Tính chất quang học.....	41
7.3 Kết cấu che nắng loại thanh.....	43
7.4 Thông khí.....	48
7.5 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời và độ truyền nhiệt.....	58
8 Điều kiện biên.....	58
8.1 Qui định chung.....	58
8.2 Điều kiện biên tham chiếu.....	58
8.3 Trao đổi nhiệt đối lưu.....	59
8.4 Truyền nhiệt bức xạ sóng dài.....	63
8.5 Truyền nhiệt bức xạ và đối lưu kết hợp.....	67
8.6 Cường độ dòng nhiệt quy định.....	68
Phụ lục A (Tham khảo) Tính toán truyền nhiệt, quang qua kính nhiều lớp.....	69
Phụ lục B (Qui định) Các giá trị tính chất nhiệt vật lý của khí điền đầy.....	71
Phụ lục C (Tham khảo) Ví dụ về tính toán các đặc tính quang học của kết cấu che nắng loại thanh.....	73
Phụ lục D (Tham khảo) Ví dụ tính toán đặc trưng nhiệt của cửa sổ.....	78
Thư mục tài liệu tham khảo.....	82

Lời nói đầu

TCVN 11857:2017 hoàn toàn tương đương ISO 15099:2003. Bổ sung phụ lục tham khảo: Ví dụ tính toán đặc trưng nhiệt của cửa sổ (phụ lục D)

TCVN 11857:2017 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

Tiêu chuẩn này đưa ra quy trình tính toán các thông số đặc trưng của sản phẩm cửa sổ và cửa đi. Các phương pháp cung cấp trong tiêu chuẩn này cho phép xác định các thông số đặc trưng tổng cộng của sản phẩm cửa sổ và cửa đi, nghĩa là thông số về truyền nhiệt, tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời và độ truyền sáng.

Các quy trình đưa ra đặc trưng nhiệt thực tế của các sản phẩm cửa sổ được sử dụng trong phân tích năng lượng tòa nhà và để đánh giá các sản phẩm ứng dụng trong tòa nhà cụ thể. Các quy trình này cũng có thể được sử dụng để cung cấp dữ liệu so sánh giữa các sản phẩm bằng cách sử dụng các điều kiện biên được tiêu chuẩn hóa đưa ra trong tiêu chuẩn này hoặc các tiêu chuẩn quốc tế hay quốc gia phù hợp khác (ví dụ, ISO 12567-1, ISO 10292, TCVN 7737 (ISO 9050)). Tiêu chuẩn này cũng được sử dụng như một tài liệu tham khảo cho các loại mô hình sử dụng trong các chương trình máy tính để tính toán chi tiết các tính chất nhiệt và quang học của hệ thống cửa sổ, cửa đi.

Tiêu chuẩn này cũng đưa ra mô hình chi tiết về truyền nhiệt và truyền quang trong cửa sổ. Những mô hình chi tiết này là cần thiết để đạt được sự tương đồng giữa tính toán và thử nghiệm.

Thông thường, cửa sổ phải được đặc trưng bởi việc tính toán riêng biệt độ truyền nhiệt và truyền năng lượng mặt trời thông qua hệ thống cửa sổ vào "buổi tối" hoặc "ban đêm". Việc tính toán độ truyền nhiệt mà không tính tới ảnh hưởng của bức xạ mặt trời được thực hiện bằng cách sử dụng các quy trình đưa ra trong ISO 10292 (cho vùng nhìn xuyên) và tính toán tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời (mà không tính đến nhiệt độ thực tế của các tấm panen khác nhau) thì sử dụng TCVN 7737(ISO 9050). Những tính toán này đòi hỏi việc sử dụng các điều kiện tham chiếu không đại diện cho điều kiện thực tế. Trong tiêu chuẩn này các phương trình cân bằng năng lượng được thiết lập cho mỗi lớp kính có tính đến sự hấp thụ năng lượng mặt trời và nhiệt độ thực tế. Từ những phương trình cân bằng năng lượng này, có thể xác định được nhiệt độ của các lớp và các khe hở riêng biệt. Đây là tiêu chuẩn duy nhất có tính đến những tương tác phức tạp này. Những phân tích cụ thể này cung cấp các kết quả là hệ số truyền nhiệt và tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời - τ_S , những giá trị này có thể sai khác so với kết quả tính toán từ các mô hình đơn giản hơn.

Các thông số đặc trưng đơn thu được khi sử dụng điều kiện biên tham chiếu cố định dùng cho việc so sánh giữa các sản phẩm với nhau. Tuy nhiên, cách tiếp cận đưa ra là cách duy nhất để tính toán đặc trưng năng lượng của hệ thống cửa sổ cho các điều kiện môi trường khác bao gồm cả những điều kiện mà có thể đạt được trong phép đo hộp nóng.

Cuối cùng, cần nhấn mạnh rằng tiêu chuẩn này được thiết kế để sử dụng trong các chương trình máy tính. Không nhằm mục đích đưa ra như một quy trình "tính toán được đơn giản hóa". Các phương pháp đơn giản hóa sẽ được đưa ra trong các tiêu chuẩn khác. Các chương trình phải đưa ra các giá trị phù hợp và phải dựa trên một phương pháp tiêu chuẩn có cơ sở. Mặc dù các công thức phức tạp hơn nhiều so với các công thức được sử dụng trong các tiêu chuẩn đơn giản hóa, song các công thức được sử dụng trong tiêu chuẩn này là hoàn toàn phù hợp với mục đích sử dụng.

Đặc trưng nhiệt của cửa sổ, cửa đi và kết cấu che nắng

– Tính toán chi tiết

Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định quy trình tính toán chi tiết để xác định các đặc tính truyền nhiệt và truyền quang (ví dụ như độ truyền nhiệt, tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời) của hệ thống cửa sổ và cửa đi dựa trên hầu hết các thuật toán, các phương pháp được cập nhật, các tính chất liên quan đến nhiệt và năng lượng mặt trời của tất cả các thành phần cửa.

Tiêu chuẩn này dùng cho cửa sổ và cửa đi kết hợp với các loại sau:

- a) các hệ thống cửa làm bằng kính đơn lớp hoặc đa lớp có hoặc không có lớp phủ phản quang, lớp phủ phát xạ nhiệt thấp và màng chất dẻo dán giữa các lớp kính;
- b) các hệ thống cửa kính có khoảng không giữa các tấm chứa khí hoặc hỗn hợp khí với độ rộng bất kỳ;
- c) các miếng đệm bằng kim loại hoặc phi kim loại;
- d) các khung cửa với vật liệu và thiết kế bất kỳ;
- e) các sản phẩm cửa sổ đặt nghiêng ở góc bất kỳ;
- f) các kết cấu che nắng;
- g) các sản phẩm cửa nhô ra.

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).

TCVN 11857:2017

TCVN 7737(ISO 9050), *Kính xây dựng – Phương pháp xác định độ xuyên quang, độ phản quang, tổng năng lượng bức xạ mặt trời truyền qua và độ xuyên bức xạ tử ngoại.*

TCVN 9313 (ISO 7345), *Cách nhiệt – Các đại lượng vật lý và định nghĩa.*

ISO 8301, *Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Heat flow meter apparatus (Cách nhiệt – Xác định nhiệt trở ở trạng thái ổn định và các tính chất liên quan – Thiết bị đo dòng nhiệt).*

ISO 8302, *Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus (Cách nhiệt – Xác định nhiệt trở và các tính chất liên quan ở trạng thái ổn định – Thiết bị đĩa nóng được bảo vệ).*

ISO 9288, *Thermal insulation — Heat transfer by radiation — Physical quantities and definitions (Cách nhiệt – Truyền nhiệt bằng bức xạ – Các đại lượng vật lý và định nghĩa).*

ISO 9845-1, *Solar energy — Reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions — Part 1: Direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1,5 (Năng lượng mặt trời – Quang phổ bức xạ mặt trời tham chiếu ở mặt đất tại các điều kiện tiếp nhận khác nhau – Phần 1: Bức xạ mặt trời bình thường trực tiếp và bức xạ hình bán cầu cho khối khí 1,5).*

ISO 10077-2:2003, *Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames (Đặc trưng nhiệt của cửa sổ, cửa đi và cửa chớp – Tính toán truyền nhiệt – Phần 2: Phương pháp số cho khung cửa).*

ISO 10211-1, *Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures, Part 1: General calculation methods (Cầu nhiệt trong công trình xây dựng – Dòng nhiệt và nhiệt độ bề mặt – Phần 1: Phương pháp tính toán chung).*

ISO/CIE 10526:1999, *CIE standard Illuminants for colorimetry (Nguồn sáng tiêu chuẩn CIE để so màu).*

ISO/CIE 10527, *CIE standard colorimetric observers (Thiết bị đo màu tiêu chuẩn CIE).*

ISO 12567-1, *Thermal performance of windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 1: Complete windows and doors (Đặc trưng nhiệt của cửa sổ và cửa đi – Xác định độ truyền nhiệt bằng phương pháp hộp nóng – Phần 1: Cửa sổ và cửa đi hoàn chỉnh).*

EN 12898, *Glass in building — Determination of the emissivity (Kính xây dựng – Xác định độ phát xạ).*

3 Ký hiệu

3.1 Quy định chung

Tiêu chuẩn này sử dụng các ký hiệu và đơn vị trong TCVN 9313 (ISO 7345), ISO 9288 và các ký hiệu trong Bảng 1.

3.2 Ký hiệu và đơn vị

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị
$R(\lambda)$	Độ nhạy sáng của mắt (xem ISO/CIE 10527)	1
\mathfrak{R}	Hằng số khí lý tưởng	J/(kmol.K)
Ra	Số Rayleigh	1
Rax	Số Rayleigh theo chiều dài x	1
S_i	Cường độ hấp thụ bức xạ mặt trời trong lớp kính thứ i	W/m ²
t_{perp}	Kích thước lớn nhất của khoang khung cửa vuông góc với dòng nhiệt	m
T	Nhiệt độ tuyệt đối	K
ΔT_i	Độ giảm nhiệt độ qua khoang kính thứ i , $\Delta T_i = T_{f,i} - T_{b,i+1} $	K
u	Vận tốc không khí gần bề mặt	m/s
U	Độ truyền nhiệt	W/(m ² .K)
v	Vận tốc dòng khí tự do gần cửa sổ, vận tốc khí trung bình trong khe hở	m/s
x, y	Kích thước trong hệ tọa độ Descartes	1
Z	Hệ số tổn thất áp suất	1
α	Hệ số hấp thụ	1
β	Hệ số giãn nở nhiệt của khí điền đầy	K ⁻¹
ε	Hệ số bức xạ toàn phần không gian bán cầu	1
γ	Góc	°
θ	Nhiệt độ	°C
σ	Hằng số Stefan-Boltzmann - $5,6693 \times 10^{-8}$	W/(m ² .K ⁴)
λ	Độ dẫn nhiệt	W/(m.K)
λ_w	Bước sóng	m
μ	Độ nhớt động học	Pa.s
ρ	Khối lượng riêng	kg/m ³
τ	Hệ số truyền qua	1
τ_s	Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời: phần bức xạ năng lượng mặt trời chiếu tới phần diện tích sản phẩm hoặc không gian được điều hòa bên trong làm tăng nhiệt độ.	1

Bảng 1 – Thuật ngữ với ký hiệu và đơn vị tương ứng

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị
A	Diện tích	m^2
A_i	Phần năng lượng mặt trời hấp thụ bởi lớp kính thứ i	1
A_R	Tỷ lệ mặt cắt	1
b	Chiều rộng của rãnh hoặc khe	mm
c_p	Nhiệt dung riêng ở áp suất không đổi	J/(kg.K)
d	Chiều dày	m
d_g	Chiều dày của khoang kính	m
E	Cường độ bức xạ	W/m^2
$E_s(\lambda)$	Cường độ bức xạ mặt trời đơn sắc (xem ISO 9845-1)	1
$E_v(\lambda)$	Độ rọi màu (Hàm CIE D65 trong ISO/CIE 10526:1999)	lx
g	Gia tốc trọng trường	m/s^2
G	Tham số sử dụng để tính toán hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, xem công thức (48)	1
h	Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt	$W/(m^2.K)$
H	Chiều cao khoang kính	m
I	Cường độ bức xạ mặt trời toàn phần	W/m^2
$I_3^+(\lambda)$ $I_3^-(\lambda)$	Cường độ dòng nhiệt bức xạ mặt trời đơn sắc giữa lớp kính thứ i và $i+1$, theo hướng từ bên ngoài vào (+) hoặc bên trong ra (-)	W
J	Cường độ phát xạ	W/m^2
l	Chiều dài	m
\bar{M}	Khối lượng phân tử	kg/kmol
N	Số lớp kính + 2	1
Nu	Số Nusselt	1
P	Áp suất	Pa
q	Cường độ dòng nhiệt	W/m^2
r	Hệ số phản xạ: phần phản xạ bức xạ tới với góc phản xạ bằng góc tới	1
R	Nhiệt trở	$m^2.K/W$

Bảng 1 (kết thúc)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị
ϕ	Thông số sử dụng để tính độ nhớt và độ dẫn nhiệt, xem công thức (62) và (67)	1
φ	Hàm số sử dụng để tính trao đổi nhiệt, xem công thức (112)	1
Φ	Lưu lượng dòng nhiệt	W
Ψ	Độ truyền nhiệt tuyến tính	W/(m.K)

3.3 Các ký tự

Các ký tự được liệt kê trong Bảng 2

Bảng 2 – Các ký tự và ý nghĩa

Các ký tự	Ý nghĩa
<i>ai</i>	Không khí (<i>air</i>)
<i>av</i>	Mức trung bình (<i>average</i>)
<i>b</i>	Phía sau (<i>backward</i>)
<i>bo</i>	Phần đáy khe hở (<i>bottom of a gap</i>)
<i>cc</i>	Điều kiện trên mặt lạnh (<i>condition on the cold side</i>)
<i>cdv</i>	Dẫn nhiệt/đối lưu (không thông khí) (<i>conduction/convection</i>)
<i>cg</i>	Phần tâm tấm kính (<i>centre of glass</i>)
<i>ch</i>	Điều kiện trên mặt nóng (ấm) (<i>condition on the hot (warm) side</i>)
<i>cr</i>	Tới hạn (<i>critical</i>)
<i>cv</i>	Đối lưu (<i>convection</i>)
<i>de</i>	Thanh chia mép kính (<i>divider edge glass</i>)
<i>dif</i>	Khuếch tán (<i>diffuse</i>)
<i>dir</i>	Trực tiếp (<i>direct</i>)
<i>div</i>	Thanh chia (<i>divider</i>)
<i>eff</i>	Hiệu dụng (<i>effective</i>)
<i>eg</i>	Mép kính (<i>edge of glass</i>)
<i>eq</i>	Tương đương (<i>equivalent</i>)
<i>ex</i>	Bên ngoài (<i>external</i>)
<i>f</i>	Khung cửa (<i>frame</i>)

Bảng 2 (kết thúc)

Các kí tự	Ý nghĩa
<i>fr</i>	Khung cửa (<i>frame</i>) (áp dụng đơn xen)
<i>ft</i>	Mặt trước (<i>front</i>)
<i>gv</i>	Phần kính hoặc phần nhìn xuyên (<i>glass or vision portion</i>)
<i>ht</i>	Nóng (<i>hot</i>)
<i>hz</i>	Nằm ngang (<i>horizontal</i>)
<i>i</i>	Số đếm (<i>counter</i>)
<i>int</i>	Bên trong (<i>internal</i>)
<i>inl</i>	Cửa vào khe hở (<i>inlet of a gap</i>)
<i>j</i>	Số đếm (<i>counter</i>)
<i>m</i>	Trung bình (<i>mean</i>)
<i>mix</i>	Hỗn hợp (<i>mixture</i>)
<i>n</i>	Số đếm (<i>counter</i>)
<i>ne</i>	Môi trường (bên ngoài) (<i>environmental (external)</i>)
<i>ni</i>	Môi trường (bên trong) (<i>environmental (internal)</i>)
<i>out</i>	Cửa ra khe hở (<i>outlet of a gap</i>)
<i>p</i>	Tấm (<i>panel</i>)
<i>r</i>	Bức xạ (<i>radiation or radiant</i>)
<i>red</i>	Giảm bức xạ (<i>reduced radiation</i>)
<i>s</i>	Bề mặt (<i>surface</i>)
<i>sc</i>	Nguồn (<i>source</i>)
<i>sk</i>	Bồn (<i>sink</i>)
<i>sl</i>	Mặt trời (<i>solar</i>)
<i>t</i>	Tổng (<i>total</i>)
<i>tp</i>	Phần đỉnh khe hở (<i>top of a gap</i>)
<i>v</i>	Số loại khí trong hỗn hợp khí (<i>number of gases in a gas mixture</i>)
<i>v</i>	Chiều đứng (<i>vertical</i>)
<i>z</i>	Ở khoảng cách z (<i>at distance z</i>)
Ψ	Chu vi (<i>perimeter</i>)
2D	Hai chiều (<i>coupling</i>)

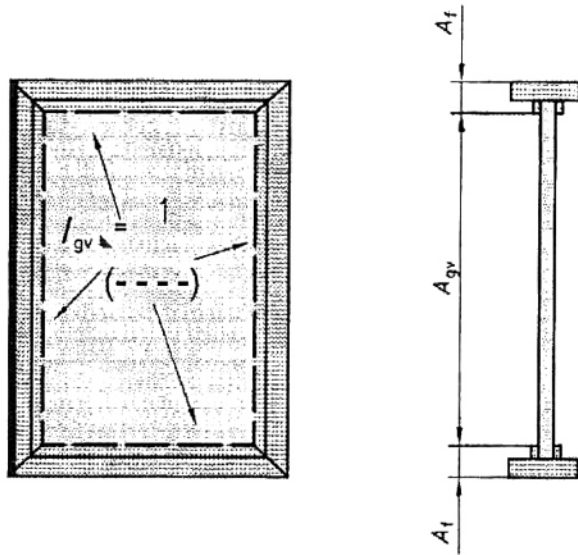
4 Xác định các tính chất của toàn bộ hệ thống cửa sổ và cửa đi

4.1 Độ truyền nhiệt

4.1.1 Quy định chung

Tiêu chuẩn này đưa ra các quy trình tính toán chi tiết để xác định tính chất truyền nhiệt của các thành phần sản phẩm khác nhau, sau đó được sử dụng để xác định tính chất truyền nhiệt của toàn bộ sản phẩm. Trong trường hợp các tiêu chuẩn quốc gia cho phép, có thể sử dụng các quy trình thử nghiệm để xác định các tính chất của thành phần và toàn bộ sản phẩm.

Các tính chất của toàn bộ cửa sổ và cửa đi được tính toán bằng cách kết hợp các tính chất đo được của các thành phần khác nhau với phần diện tích hoặc chu vi vùng nhìn xuyên dự kiến tương ứng. Tính chất tổng thể dựa trên tổng diện tích dự kiến sử dụng của mỗi sản phẩm, A_t . Phần diện tích và chu vi vùng nhìn xuyên dự kiến của các thành phần chỉ ra trong Hình 1.



CHÚ DẪN: 1 Chu vi vùng nhìn xuyên thể hiện bằng đường - - - -

Hình 1 – Sơ đồ thể hiện diện tích và chu vi vùng nhìn xuyên dự kiến của cửa sổ

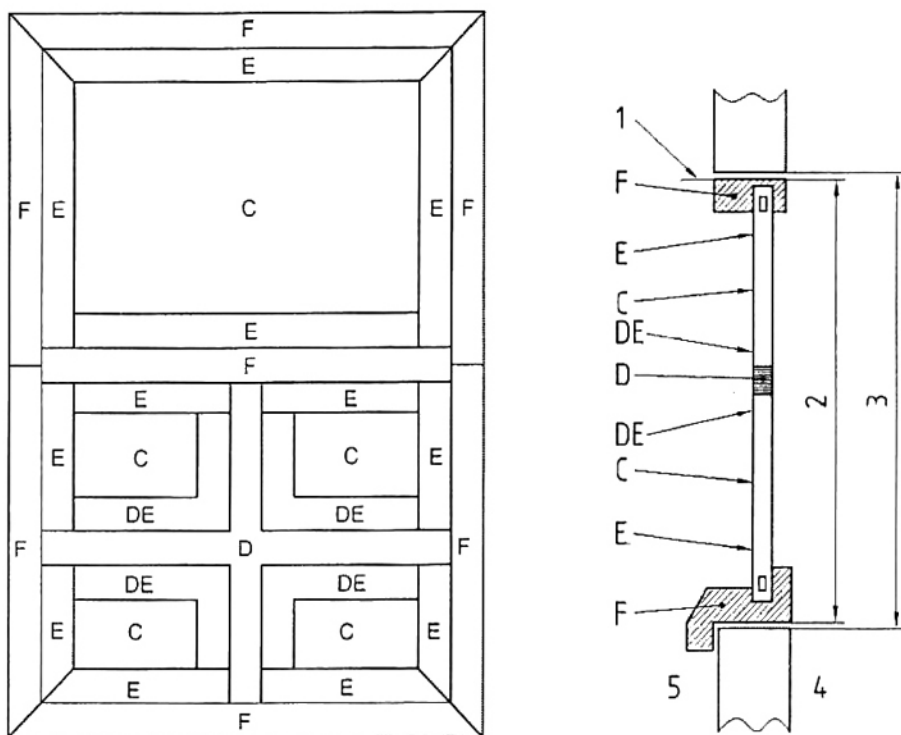
Điều 4 mô tả các quy trình tính độ truyền nhiệt, tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời và độ truyền sáng của toàn bộ sản phẩm. 4.1 mô tả các quy trình tính toán độ truyền nhiệt. Không xem xét ảnh hưởng của truyền nhiệt ba chiều trong khung và kính. 4.1.4 mô tả quy trình thay thế để tính các thông số nhiệt của phần mép kính và khung U_{de} , U_{eg} , U_t và U_{fr} , được sử dụng trong tính toán theo diện tích. Điều 5 mô tả các quy trình tính toán các tính chất yêu cầu đối với phần tâm kính τ_{sgv} và τ_{gv} . Điều 6 mô tả các quy trình tính toán độ truyền nhiệt tuyến tính, Ψ , có tính đến sự tương tác giữa phần khung và kính hoặc panô chắn sáng. Điều 7 mô tả các quy trình tính toán cho các kết cấu che nắng và ô thoáng cửa sổ. Điều 8 mô tả các quy trình xác định và áp dụng các điều kiện biên. Độ truyền nhiệt của các sản phẩm cửa sổ được xác định bởi công thức sau:

$$U_t = \frac{\sum A_{gv} U_{gv} + \sum A_f U_f + \sum l_\psi \Psi}{A_t} \quad (1)$$

Trong đó A_{gv} và A_f tương ứng là diện tích vùng nhìn xuyên và diện tích khung cửa dự kiến. Chu vi vùng nhìn xuyên là l_ψ và Ψ là độ truyền nhiệt tuyến tính nhằm tính đến sự ảnh hưởng giữa khung cửa và kính hoặc sự ảnh hưởng giữa khung cửa và panô chắn sáng (ví dụ như panô lừng).

Các tổng trong công thức (1) được sử dụng để tính cho các phần khác nhau của một loại thành phần cụ thể; ví dụ như cần một vài giá trị A_f để tính tổng các giá trị đóng góp khác nhau của U_f tương ứng với phần bệ cửa, thanh ngang đỉnh khung cửa, thanh chia và thanh đứng hai bên.

Hình 2 thể hiện việc phân chia các thành phần cho phương pháp thay thế được mô tả trong 4.1.4, trong đó bề rộng phần mép kính và phần mép thanh chia đều là 63,5 mm (2,5 in). Tổng diện tích tất cả thành phần bằng với tổng diện tích sản phẩm cửa sổ dự kiến.



CHÚ DẪN:

C	Phần tâm kính	1	Khoảng hở lắp đặt
E	Phần mép kính	2	Diện tích dự kiến
F	Khung cửa	3	Khoảng hở thô
D	Thanh chia	4	Bên trong
DE	Phần mép thanh chia	5	Bên ngoài

Hình 2 – Phần tâm kính, mép kính, thanh chia, mép thanh chia, và khung cửa của sản phẩm cửa sổ điển hình

4.1.2 Độ truyền nhiệt của phần kính

Độ truyền nhiệt có thể xác định bằng cách mô phỏng một điều kiện môi trường đơn bao gồm độ chênh lệch nhiệt độ bên trong/bên ngoài, có hoặc không có bức xạ mặt trời chiếu tới. Trường hợp không có bức xạ mặt trời, độ truyền nhiệt là nghịch đảo của tổng nhiệt trở.

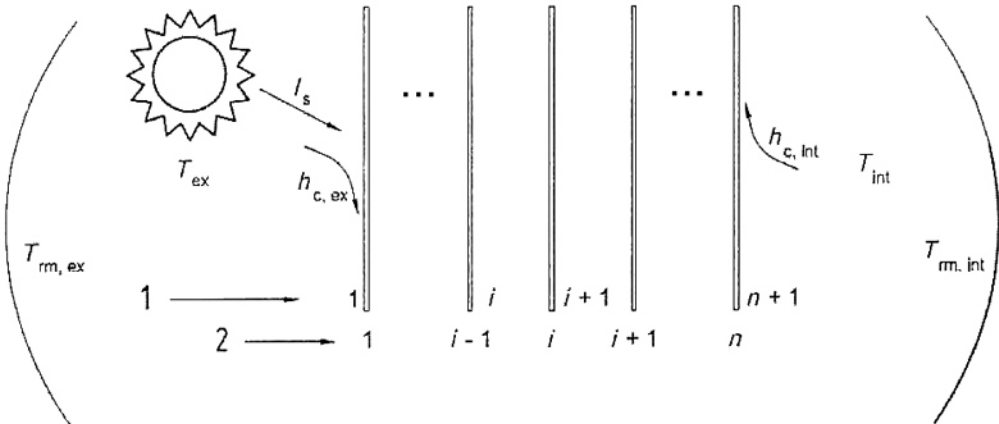
$$U_{gv} = \frac{1}{R_t} \quad (2)$$

và khi có xem xét tới bức xạ mặt trời thì:

$$U_{gv} = \frac{q_{int}(I_s = 0)}{T_{ni} - T_{ne}} \quad (3)$$

Trong đó $q_{int}(I_s = 0)$ là cường độ dòng nhiệt thực qua hệ thống cửa sổ hoặc cửa đi vào môi trường bên trong ở điều kiện quy định (nhưng không có bức xạ mặt trời chiếu tới) với đơn vị là W/m^2 . Sử dụng điều kiện "không có bức xạ mặt trời chiếu tới" bởi vì tất cả ảnh hưởng lên nhiệt trở mà do bức xạ mặt trời chiếu tới được tính trong tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời hay giá trị τ_s [xem công thức (14)], và T_{ni} , T_{ne} là nhiệt độ môi trường, như xác định trong công thức (7).

R_t được xác định bằng tổng nhiệt trở tại đường giới hạn giữa bên ngoài và bên trong, và nhiệt trở của các khe hở và các lớp kính. Xem Hình 3.



CHÚ DẪN:

- 1 Khe hở
- 2 Lớp kính

Hình 3 – Hệ thống đánh số cho hệ các lớp kính

$$R_t = \frac{1}{h_{ex}} + \sum_{i=2}^n R_i + \sum_{i=1}^n R_{gv,i} + \frac{1}{h_{int}} \quad (4)$$

trong đó nhiệt trở của lớp kính thứ i là:

$$R_{gv,i} = \frac{t_{gv,i}}{\lambda_{gv,i}} \quad (5)$$

TCVN 11857:2017

và nhiệt trở của khoảng không thứ i (trong đó khoảng không đầu tiên là môi trường bên ngoài, khoảng không cuối cùng là môi trường bên trong và khoảng không ở giữa là các khoang kính) như sau (xem Hình 3):

$$R_i = \frac{T_{f,i} - T_{b,i-1}}{q_i} \quad (6)$$

Trong đó $T_{f,i}$ và $T_{b,i}$ lần lượt là nhiệt độ lớp bề mặt phía bên ngoài và bên trong của lớp kính thứ i .

Nhiệt độ môi trường [như xác định trong công thức (7)] là trung bình cộng của nhiệt độ không khí xung quanh và nhiệt độ bức xạ trung bình, T_{rm} , được xác định cho điều kiện biên môi trường bên ngoài và bên trong (xem điều kiện biên 8.4.1).

Nhiệt độ môi trường, T_n , là:

$$T_n = \frac{h_{cv}T_{ai} + h_rT_{rm}}{h_{cv} + h_r} \quad (7)$$

trong đó h_{cv} và h_r được xác định theo quy trình đưa ra trong Điều 8.

4.1.3 Các thông số nhiệt của phần khung cửa/mép kính

Để chuyển đổi các kết quả từ phân tích số hai chiều sang độ truyền nhiệt, cần phải ghi lại tốc độ truyền nhiệt từ môi trường bên trong tới bề mặt khung cửa và mép kính (trong trường hợp không có phần bức xạ năng lượng mặt trời). Giá trị độ truyền nhiệt tuyến tính, Ψ , và độ truyền nhiệt khung cửa được tính theo các công thức sau.

$$\Psi = L^{2D} - U_f l_f - U_{gv} l_{gv} \quad (8)$$

trong đó L^{2D} là hệ số truyền nhiệt hai chiều được xác định từ hệ thống cửa sổ thực tế.

$$U_f = \frac{L_p^{2D} - U_p l_p}{l_f} \quad (9)$$

trong đó

L_p^{2D} là hệ số truyền nhiệt hai chiều được xác định từ hệ thống khung cửa/tấm chèn;

U_p là độ truyền nhiệt của xấp chèn;

l_p là chiều dài mặt ngoài phía bên trong của xấp chèn (tối thiểu là 100mm);

l_f là chiều dài dự kiến phía bên trong của phần khung cửa;

l_{gv} là chiều dài dự kiến phía bên trong của phần kính (xem Hình C.1 và C.2 của ISO 10077-2:2003, để biết thêm chi tiết về định nghĩa l_f và l_p)

Quy trình xác định chi tiết L^{2D} được đưa ra trong ISO 10211-1.

4.1.4 Phương pháp thay thế (xem Hình 2)

Phương pháp thay thế để tính độ truyền nhiệt của khung cửa, U_f . Khi sử dụng phương pháp này, thì không cần xác định độ truyền nhiệt tuyến tính, Ψ . Thay vào đó, diện tích phần kính, A_{gv} , được chia

thành diện tích phần tâm kính, A_c , cộng với diện tích phần mép kính, A_e , và độ truyền nhiệt bổ sung, U_{eg} , được sử dụng để đặc trưng cho khu vực mép kính. Nếu có thanh chia thì tính toán diện tích thanh chia, A_{div} và độ truyền nhiệt của thanh chia, U_{div} , cũng như diện tích mép thanh chia, A_{de} và độ truyền nhiệt của mép thanh chia, U_{de} . Sử dụng công thức sau để tính toán độ truyền nhiệt tổng:

$$U_t = \frac{\sum U_{cg} A_c + \sum U_{fr} A_f + \sum U_{eg} A_e + \sum U_{div} A_{div} + \sum U_{de} A_{de}}{A_t} \quad (10)$$

trong đó U_{fr} , và U_{eg} có thể được xác định theo công thức sau:

$$U_{fr} = \frac{\Phi_{fr}}{l_f (T_{ni} - T_{ne})} \quad (11)$$

$$U_{eg} = \frac{\Phi_{eg}}{l_{eg} (T_{ni} - T_{ne})} \quad (12)$$

trong đó l_f là chiều dài dự kiến của phần khung cửa và l_{eg} là chiều dài của phần mép kính và bằng 63,5 mm. Những chiều dài này được đo ở mặt trong. Các đại lượng Φ_{fr} và Φ_{eg} lần lượt là lưu lượng dòng nhiệt qua phần khung cửa và mép kính (mặt bên trong), bao gồm cả ảnh hưởng của kính và miếng đệm, cả hai đều được biểu thị theo chiều dài của khung hoặc mép kính. Các tính toán được thực hiện cho mỗi sự kết hợp giữa khung và kính với các miếng đệm khác nhau.

Các tổng trong công thức (10) được sử dụng để tính cho các phần khác nhau của một loại thành phần cụ thể; ví dụ như một vài giá trị A_f được sử dụng để tính tổng các giá trị đóng góp khác nhau của U_{fr} tương ứng với phần bệ cửa sổ, thanh ngang đỉnh khung cửa, và thanh đứng hai bên.

Cần lưu ý rằng hai phương pháp khác nhau có những định nghĩa khác nhau về độ truyền nhiệt của khung cửa, biểu thị là U_f và U_{fr} . Sự khác biệt chính là U_{fr} bao gồm cả độ trao đổi nhiệt tạo ra bởi việc bịt kín mép, trong khi U_f thì không có. Việc so sánh tính chất của khung cửa cho hai sản phẩm khác nhau chỉ có ý nghĩa nếu sử dụng cùng quy trình tính toán.

Giá trị tính toán U_t của cửa sổ theo hai phương pháp có thể khác nhau vì sự khác biệt về cách xử lý trao đổi nhiệt của khung cửa và mép tại các góc, đặc biệt là bởi hiệu ứng ba chiều bị bỏ qua. Sự khác biệt này thể hiện rõ rệt hơn ở các cửa sổ nhỏ hơn. Việc lựa chọn $l_{eg} = 63,5$ mm nhằm giảm sự khác biệt giữa hai phương pháp.

4.2 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời

4.2.1 Qui định chung

Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời của toàn bộ sản phẩm cửa sổ là:

$$\tau_s = \frac{\sum \tau_g A_g + \sum \tau_f A_f}{A_t} \quad (13)$$

TCVN 11857:2017

trong đó τ_p và τ_r lần lượt là tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời qua phần nhìn xuyên và phần khung cửa. Các tổng trong công thức trên có cùng một lý do xuất hiện trong công thức (1) và sẽ được áp dụng theo cách tương tự để tính cho các phần khác nhau đối với mỗi thành phần cụ thể.

CHÚ THÍCH: Công thức (13) giả định rằng năng lượng mặt trời truyền qua mép kính là tương tự như vùng tâm kính.

4.2.2 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời phần nhìn xuyên

Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời có thể được xác định cho các điều kiện như có độ chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong/bên ngoài và mức độ bức xạ mặt trời chiếu tới bất kỳ. Điều này được xác định bằng cách tính toán sự chênh lệch lưu lượng dòng nhiệt thực đi vào môi trường bên trong giữa điều kiện có và không có bức xạ mặt trời chiếu tới.

$$\tau_S = \frac{q_{\text{int}} - q_{\text{int}}(I_s = 0)}{I_s} \quad (14)$$

trong đó

q_{int} là cường độ dòng nhiệt thực qua hệ thống cửa sổ hoặc cửa đi vào môi trường bên trong ở các điều kiện quy định, đơn vị tính bằng W/m^2 ;

$q_{\text{int}}(I_s = 0)$ là cường độ dòng nhiệt thực qua hệ thống cửa sổ hoặc cửa đi vào môi trường bên trong ở các điều kiện quy định, trong điều kiện không có bức xạ mặt trời chiếu tới, đơn vị tính bằng W/m^2 ;

Các ký hiệu khác tương tự như đối với U , xem trong công thức (3).

Cường độ dòng nhiệt thực, q_{int} và $q_{\text{int}}(I_s = 0)$ được tính trong 5.3.1 [công thức (27), cho chỉ số $i = \text{int}$].

Đối với một hệ kết cấu kính kết hợp cùng với kết cấu che nắng, phải áp dụng sự điều chỉnh công thức của Điều 5.2 như nêu trong Điều 7.2.

4.2.3 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời qua khung cửa

Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời qua khung cửa có thể được xác định bằng cách sử dụng công thức gần đúng sau:

$$\tau_f = \alpha_f \frac{U_f}{\frac{A_s}{A_f} h_{\text{ex}}} \quad (15)$$

trong đó A_s là diện tích mặt khả triển.

Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt phía ngoài (kết hợp đối lưu/bức xạ) trên khung cửa, h_{ex} , là $h_{\text{ex}} = h_{\text{cv,ex}} + h_{\text{r,ex}}$.

Nếu sử dụng phương pháp thay thế để tính U_v , thì cần sử dụng U_f thay vì U_t trong công thức (15).

Việc tính toán hai chiều hoặc ba chiều chi tiết, bao gồm cả các ảnh hưởng của điều kiện ngoài bình thường của bức xạ mặt trời, che chắn, phản xạ bức xạ mặt trời và truyền bức xạ mặt trời tới bề mặt bên trong khung cửa, có thể được thực hiện một cách tương tự như công thức (14) và tùy thuộc vào điều kiện biên được đưa ra trong 8.6.

4.3 Hệ số truyền sáng

Hệ số truyền sáng của toàn bộ sản phẩm cửa sổ là:

$$\tau_t = \frac{\sum \tau_v A_{gv}}{A_t} \quad (16)$$

5 Tính chất vùng nhìn xuyên

5.1 Tính chất quang học của lớp kính

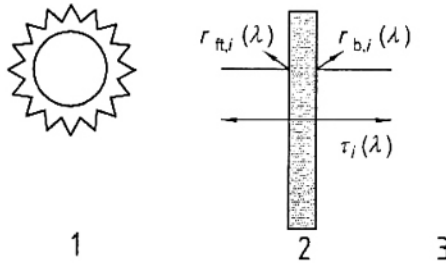
5.1.1 Qui định chung

Trong trường hợp cửa chỉ có kính, các tính chất quang học được xác định theo TCVN 7737 (ISO 9050). Điều 7 có đưa ra những bổ sung cần thiết đối với mô hình cửa sổ được thông khí.

5.1.2 Bức xạ mặt trời

Các tính chất quang học bức xạ mặt trời cho lớp kính thứ i cần xác định là: a) hệ số phản xạ đơn sắc mặt trước (bên ngoài), $r_{ft,i}(\lambda_w)$; b) hệ số phản xạ đơn sắc mặt sau (bên trong), $r_{b,i}(\lambda_w)$; và c) hệ số truyền quang phổ $\tau_i(\lambda_w)$. Xem hình 4.

CHÚ THÍCH: Xem thêm thông tin về $r_{ft,i}(\lambda_w)$, $r_{b,i}(\lambda_w)$ và $\tau_i(\lambda_w)$ trong thư mục tài liệu tham khảo [2].



CHÚ DẪN:

- 1 Mặt ngoài nhà
- 2 Lớp kính thứ i
- 3 Mặt trong nhà

Hình 4 – Hệ số truyền quang phổ ngoài nhà và trong nhà của lớp kính

Các dữ liệu quang học bức xạ mặt trời được xác định theo TCVN 7737 (ISO 9050). Các giá trị trung gian của $r_{ft,i}(\lambda_w)$, $r_{b,i}(\lambda_w)$ và $\tau_i(\lambda_w)$ được xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

5.1.3 Bức xạ sóng dài

Các tính chất quang học bức xạ sóng dài cho lớp kính thứ i cần xác định là: a) hệ số bức xạ không gian bán cầu mặt trước (phía bên ngoài), $\varepsilon_{ft,i}$; b) hệ số bức xạ không gian bán cầu mặt sau (phía bên

TCVN 11857:2017

trong), $\epsilon_{b,i}$ và c) hệ số truyền bức xạ không gian bán cầu, τ_i . Các tính chất quang học tổng thể này áp dụng cho bước sóng từ 5 μm đến 50 μm .

Các dữ liệu phản xạ bức xạ sóng dài được xác định theo EN 12898. Các giá trị bức xạ thông thường xác định theo quy trình này sẽ chuyển đổi thành độ bức xạ không gian bán cầu bằng cách sử dụng quy trình được mô tả trong thư mục tài liệu tham khảo [3] hoặc EN 12898. Cần thống nhất cách chuyển đổi dữ liệu quang phổ đo được sang tính chất quang học bức xạ sóng dài tổng thể, $\epsilon_{b,i}$, $\epsilon_{t,i}$ và τ_i thực hiện theo trong thư mục tài liệu tham khảo [3] hay EN 12898.

Một số cửa sổ với cấu trúc có lớp màng chất dẻo mỏng được dán hoặc kéo căng giữa các tấm kính để thành hệ kính ba hoặc bốn lớp. Các lớp này được phủ một lớp màng phủ phát xạ nhiệt thấp thường chắn vùng bức xạ vùng hồng ngoại, vì vậy mà $\tau_i = 0$ và độ bức xạ không gian bán cầu có thể được tính toán như trong thư mục tài liệu tham khảo [3]. Những màng chất dẻo bán trong suốt như polyethylene terephthalate (PET), thì cần đo cả độ phản xạ và độ truyền quang phổ. Sử dụng mô hình khối, thì các thông số quang học của vật liệu có thể được tính toán và sử dụng để đưa ra các tính chất không gian bán cầu.

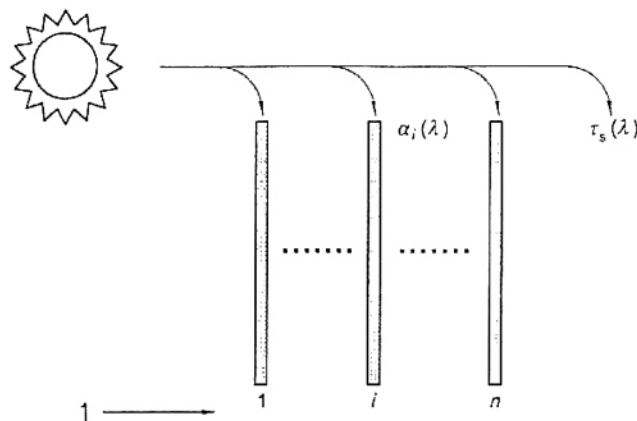
CHÚ THÍCH: Xem thêm thông tin trong thư mục tài liệu tham khảo [4].

5.2 Tính chất quang học hệ kính

5.2.1 Lượng quang phổ

Đường đi của bức xạ mặt trời chiếu vào trong các lớp khác nhau của hệ kính sẽ được mô hình hóa theo phương pháp được mô tả trong TCVN 7737 (ISO 9050) hoặc một phương pháp chính xác bất kỳ nào khác.

CHÚ THÍCH: Tùy thuộc vào những thay đổi trong TCVN 7737 (ISO 9050) khi soát xét, những bổ sung cụ thể có thể được thêm vào tiêu chuẩn này gồm những ảnh hưởng của các sản phẩm (kết cấu che nắng, các tấm khuếch tán, vv) đến tính chất quang học mà không được đề cập đầy đủ trong TCVN 7737 (ISO 9050).



CHÚ DẪN:

1 Lớp kính

Hình 5 – Sự hấp thụ của lớp kính thứ i và hệ số truyền bức xạ đơn sắc

Hình 5 cho thấy một cửa sổ với n lớp kính cùng với khoảng không bên ngoài ($i = 0$) và khoảng không bên trong ($i = n + 1$) có thể được coi là hệ $n + 2$ yếu tố. Cần xác định những phần bức xạ năng lượng mặt trời (tại bước sóng nhất định) bị hấp thụ ở mỗi lớp mặt dựng kính. Lượng hấp thụ này tại mỗi lớp kính thứ i được ký hiệu là $\alpha_i(\lambda_w)$. Tương tự như vậy, cần xác định hệ số truyền bức xạ đơn sắc của hệ kính $\tau_s(\lambda_w)$.

Các lượng, $\alpha_i(\lambda_w)$ và $\tau_s(\lambda_w)$ sẽ được tính theo TCVN 7737 (ISO 9050) khi thiết lập hệ số phản xạ của khoảng không được điều hòa về không. Có thể chấp nhận bất kỳ phương pháp nào khác để đưa ra lời giải chính xác.

CHÚ THÍCH: Các giải pháp kỹ thuật được mô tả trong thư mục tài liệu tham khảo [5] và được tóm tắt trong Phụ lục A.

5.2.2 Quang phổ mặt trời

Cần có độ phân bố phổ bức xạ mặt trời, $E(\lambda_w)$, để tính toán các tính chất quang học tổng thể và dòng năng lượng tổng thể khác nhau. Các giá trị $E(\lambda_w)$ được báo cáo tại giá trị N_{sl} của λ_w (ký hiệu tương ứng là $E(\lambda_{wj})$ và λ_{wj}). Các giá trị trung gian của $E(\lambda_w)$ được xác định bằng cách nội suy tuyến tính theo bảng giá trị.

5.2.3 Lượng hấp thụ bức xạ mặt trời

Cường độ hấp thụ bức xạ mặt trời toàn phần tại lớp kính thứ i , S_i , xác định bởi một tích phân số trên toàn bộ quang phổ mặt trời theo công thức (16), (17) và (18).

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_{sl}-1} \alpha_i(\lambda_{w\ j/j+1}) E_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{wj}}{\sum_{j=1}^{N_{sl}-1} E_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{wj}} \quad (17)$$

$$\Delta\lambda_{wj} = \lambda_{wj+1} - \lambda_{wj} \quad (18)$$

$$S_i = A_i \times I_{sl} \quad (19)$$

Trong đó A_i là phần năng lượng mặt trời hấp thụ bởi lớp kính thứ i , và $\alpha_i(\lambda_{w\ j/j+1})$ là giá trị α_i đại diện cho dải bước sóng từ λ_{wj} tới λ_{wj+1} và được tính như sau:

$$\alpha_i(\lambda_{w\ j/j+1}) = \frac{1}{2} \alpha_i(\lambda_{w\ j}) + \frac{1}{2} \alpha_i(\lambda_{w\ j+1}) \quad (20)$$

và

$$E_s(\lambda_{w\ j/j+1}) = \frac{E_s(\lambda_{w\ j}) + E_s(\lambda_{w\ j+1})}{2} \quad (21)$$

Giá trị $E_s(\lambda_{wj})$ được nêu trong ISO 9845-1.

5.2.4 Hệ số truyền bức xạ mặt trời

Hệ số truyền bức xạ mặt trời của hệ kính là:

$$\tau_{sl} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{sl}-1} \tau_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1}) E_s(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{w\ j}}{\sum_{j=1}^{N_{sl}-1} E_s(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{w\ j}} \quad \Delta\lambda_{w\ j} = \lambda_{w\ j+1} - \lambda_{w\ j} \quad (22)$$

trong đó $E_s(\lambda_{w\ j/j+1})$ được tính theo công thức (21) và

$$\tau_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1}) = \frac{1}{2} \tau_{sl}(\lambda_{w\ j}) + \frac{1}{2} \tau_{sl}(\lambda_{w\ j+1}) \quad (23)$$

5.2.5 Hệ số truyền sáng

Hệ số truyền sáng, τ_{vs} , được tính bằng cách sử dụng hàm số biểu diễn độ nhạy sáng của mắt, $R(\lambda_w)$.

Lập bảng $R(\lambda_w)$ cho các giá trị N_{vs} của λ_w . τ_{vs} được cho bởi:

$$\tau_{vs} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{vs}-1} \tau_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1}) E_{vs}(\lambda_{w\ j/j+1}) R(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{w\ j}}{\sum_{j=1}^{N_{vs}-1} E_{vs}(\lambda_{w\ j/j+1}) R(\lambda_{w\ j/j+1}) \Delta\lambda_{w\ j}} \quad \Delta\lambda_{w\ j} = \lambda_{w\ j+1} - \lambda_{w\ j} \quad (24)$$

trong đó

$$R(\lambda_{w\ j/j+1}) = \frac{R(\lambda_{w\ j}) + R(\lambda_{w\ j+1})}{2} \quad (25)$$

$$E_{vs}(\lambda_{w\ j/j+1}) = \frac{1}{2} E_{vs}(\lambda_{w\ j}) + \frac{1}{2} E_{vs}(\lambda_{w\ j+1}) \quad (26)$$

Các giá trị $E_{vs}(\lambda_w)$ được nêu trong ISO/CIE 10526.

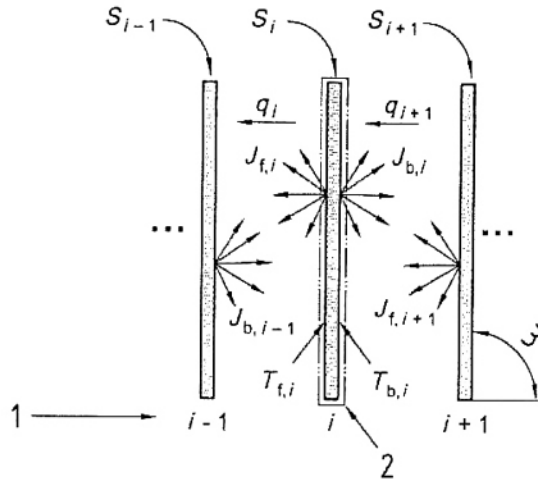
và $\tau_{sl}(\lambda_{w\ j/j+1})$ được tính theo công thức (23)

5.3 Độ truyền nhiệt của vùng nhìn xuyên

5.3.1 Cân bằng năng lượng trong lớp kính

Sự trao đổi bức xạ sóng dài giữa các lớp kính và độ truyền nhiệt do dẫn nhiệt trong mỗi lớp kính có thể được mô tả bằng các hệ thức cơ bản. Các tính toán cho trao đổi nhiệt đối lưu phụ thuộc vào mối tương quan trên cơ sở dữ liệu thực nghiệm.

Hình 6 chỉ ra lớp kính thứ i trong một dãy nhiều lớp đặt nghiêng. Các giá trị trong bốn biến được yêu cầu tại mỗi lớp kính, đó là nhiệt độ của lớp bề mặt phía bên ngoài và phía bên trong, $T_{f,i}$ và $T_{b,i}$, cùng với nhiệt bức xạ từ lớp bề mặt phía trước và phía sau (ví dụ như độ phát xạ), $J_{f,i}$ và $J_{b,i}$. Với mỗi quan hệ của các biến này theo q_i là:



CHÚ DẪN:

- 1 Lớp kính
- 2 Vùng kiểm soát
- 3 Góc nghiêng

Hình 6 – Cân bằng năng lượng trong lớp kính thứ i

$$q_i = h_{cv,i} (T_{ft,i} - T_{b,i-1}) + J_{ft,i} - J_{b,i-1} \quad (27)$$

Giải phương trình này bằng cách áp dụng bốn phương trình sau đối với mỗi lớp kính:

$$q_i = S_i + q_{i+1} \quad (28)$$

$$J_{ft,i} = \varepsilon_{ft,i} \sigma T_{ft,i}^4 + \tau_i J_{ft,i+1} + r_{ft,i} J_{b,i-1} \quad (29)$$

$$J_{b,i} = \varepsilon_{b,i} \sigma T_{b,i}^4 + \tau_i J_{b,i-1} + r_{b,i} J_{ft,i+1} \quad (30)$$

$$T_{b,i} - T_{ft,i} = \frac{t_{gv,i}}{2\lambda_{gv,i}} (2q_{i+1} + S_i) \quad (31)$$

Kết quả của quá trình phân tích là thông số nhiệt độ qua mỗi lớp kính.

$$T_i(z) = \left(\frac{-S_i}{2\lambda_{gv,i} t_{gv,i}} \right) z^2 + \left(\frac{T_{ft,i} - T_{b,i}}{t_{gv,i}} + \frac{S_i}{2\lambda_{gv,i}} \right) z + T_{b,i} \quad (32)$$

trong đó z là khoảng cách từ bề mặt phía trong của lớp kính với phía bên ngoài hướng theo chiều dương.

Phương trình (28) mô tả cân bằng năng lượng đặt tại bề mặt của lớp kính thứ i . Công thức (29) và (30) xác định độ bức xạ tại lớp kính thứ i , với $r_{ft,i} = 1 - \tau_i - \varepsilon_{ft,i}$ và $r_{b,i} = 1 - \tau_i - \varepsilon_{b,i}$

Nhiệt độ chênh lệch trên lớp kính thứ i được cho bởi công thức (31). Với giả định rằng bức xạ mặt trời được hấp thụ đồng đều trên toàn bộ chiều dày hệ kính.

CHÚ THÍCH Các chi tiết liên quan đến công thức từ (27) đến công thức (32) được nêu trong thư mục tài liệu tham khảo [5] và [35].

5.3.2 Sự ảnh hưởng của môi trường

Xác định ảnh hưởng của các điều kiện biên môi trường đặt lên cửa sổ. Nhiệt độ bên trong và bên ngoài, $T_{ft,n+1}$ và $T_{b,0}$ là:

$$T_{ft,n+1} = T_{ai,int} \quad (33)$$

$$T_{b,0} = T_{ai,ex} \quad (34)$$

Ảnh hưởng của bức xạ bước sóng dài tại bề mặt lớp kính bên trong và bên ngoài được tính bằng cách thiết lập

$$J_{ft,n+1} = E_{gv,int} \quad (35)$$

$$J_{b,0} = E_{gv,ex} \quad (36)$$

trong đó $E_{gv,int}$ và $E_{gv,ex}$ được nêu tương ứng trong công thức (159) và (151) của Điều 8.

Ảnh hưởng của trao đổi nhiệt đối lưu tại các bề mặt lớp kính được tính bằng cách thiết lập

$$h_{cv,n+1} = h_{cv,int} \quad (37)$$

$$h_{cv,1} = h_{cv,ex} \quad (38)$$

5.3.3 Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu – khoang kính

5.3.3.1 Qui định chung

Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu của các lớp khí điền đầy được xác định theo số Nusselt, Nu_i :

$$h_{cv,i} = Nu_i \left(\frac{\lambda_{gv,i}}{d_{gv,i}} \right) \quad (39)$$

trong đó $d_{gv,i}$ là chiều dày của lớp khí điền đầy thứ i (hoặc khoảng không giữa các tấm), và $\lambda_{gv,i}$ là độ dẫn nhiệt của khí điền đầy. Số Nu_i được tính tương quan trên cơ sở các đo đạc thực nghiệm về độ trao đổi nhiệt qua lớp khí đặt nghiêng. Số Nu_i là hàm số của số Rayleigh, Ra_i , tỷ lệ mặt cắt, $A_{gv,i}$, và độ nghiêng của khoang kính, γ .

Cần lưu ý rằng các tấm có thể bị cong võng đối với các khoang có tỷ lệ mặt cắt cao. Độ võng này có thể làm tăng hoặc giảm chiều rộng trung bình của khoang, d . Sự cong võng này có thể do những thay đổi về nhiệt độ trung bình trong khoang, sự thay đổi về độ ẩm trong khoang, sự hấp thụ nitơ của các chất hút ẩm hoặc sự thay đổi về khí áp (do việc lên cao và/hoặc thay đổi thời tiết) từ các điều kiện trong quá trình lắp đặt.

CHÚ THÍCH: Tham khảo tài liệu [6] về các tác động của độ võng tấm thủy tinh và phương pháp ước lượng sự thay đổi độ truyền nhiệt do sự cong võng gây ra.

Số Rayleigh có thể được thể hiện như sau (bỏ qua kí tự dưới "i" và "gv" cho thuận tiện):

$$Ra = \frac{\rho^2 d^3 g \beta c_p \Delta T}{\mu \lambda} \quad (\text{không thứ nguyên}) \quad (40)$$

Coi khí điền đầy như một loại khí lý tưởng, hệ số giãn nở nhiệt của khí điền đầy, β , là:

$$\beta = \frac{1}{T_m} \quad (41)$$

trong đó T_m là nhiệt độ trung bình của khí điền đầy tính theo Kelvin.

Tỷ lệ mặt cắt của khoang khí điền đầy thứ i là:

$$A_{gv,i} = \frac{H}{d_{gv,i}} \quad (42)$$

trong đó H là khoảng cách giữa phần đỉnh và đáy của khoang khí điền đầy mà thường được coi như chiều cao vùng nhìn xuyên của cửa sổ.

Mối tương quan để định lượng hệ số trao đổi nhiệt đối lưu qua khoang kính được trình bày từ 5.3.3.2 đến 5.3.3.6. Mỗi một điều nhỏ gắn liền với một giá trị, hay một khoảng góc nghiêng, γ , cụ thể.

Việc phân loại này (là hàm của γ) dựa trên giả định rằng các khoang được làm nóng từ bên trong (nghĩa là, $T_{ft,i} > T_{b,i-1}$). Nếu trường hợp ngược lại ($T_{ft,i} < T_{b,i-1}$) thì cần tìm mối tương quan phù hợp trên cơ sở góc nghiêng bù, $180^\circ - \gamma$, thay vì γ và sau đó thế $180^\circ - \gamma$ cho γ khi thực hiện tính toán.

$\gamma = 0$ là kính đặt nằm ngang, dòng nhiệt đi lên

$\gamma = 90$ là kính đặt thẳng đứng, dòng nhiệt đi lên

$\gamma = 180$ là kính đặt nằm ngang, dòng nhiệt đi xuống

5.3.3.2 Khoang đặt nghiêng một góc $0 \leq \gamma < 60^\circ$

$$Nu_i = 1 + 1,44 \left(1 - \frac{1708}{Ra \cos(\gamma)} \right) \cdot \left[1 - \frac{(1708 \sin^{16}(1,8\gamma))}{Ra \cos(\gamma)} \right] + \left[\left(\frac{Ra \cos(\gamma)}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right] \cdot \quad (43)$$

$Ra < 10^5$ và $A_{gv,i} > 20$

trong đó

$$(X)^\bullet = \frac{(X + |X|)}{2} \quad (44)$$

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [7].

5.3.3.3 Khoang đặt nghiêng một góc $\gamma = 60^\circ$

$$Nu = (Nu_1, Nu_2)_{\max} \quad (45)$$

Trong đó

$$Nu_1 = \left[1 + \left(\frac{0,0936 Ra^{0,314}}{1+G} \right)^7 \right]^{1/7} \quad (46)$$

$$Nu_2 = \left(0,104 + \frac{0,175}{A_{g,i}} \right) Ra^{0,283} \quad (47)$$

$$G = \frac{0,5}{\left[1 + \left(\frac{Ra}{3160} \right)^{20,6} \right]^{0,1}} \quad (48)$$

5.3.3.4 Khoảng đặt nghiêng một góc $60^\circ < \gamma < 90^\circ$

Các lớp đặt nghiêng một góc trong khoảng 60° tới 90° , sử dụng đường nội suy từ kết quả trong công thức (45) và (49). Các công thức này có giá trị trong khoảng sau:

$$10^2 < Ra < 2 \times 10^7 \text{ và } 5 < A_{g,i} < 100$$

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [8].

5.3.3.5 Khoảng đặt thẳng đứng

$$Nu = (Nu_1, Nu_2)_{\max} \quad (49)$$

$$Nu_1 = 0,0673838 Ra^{1/3} \quad 5 \times 10^4 < Ra \quad (50)$$

$$Nu_1 = 0,028154 Ra^{0,4134} \quad 10^4 < Ra \leq 5 \times 10^4 \quad (51)$$

$$Nu_1 = 1 + 1,7596678 \times 10^{-10} Ra^{2,2984755} \quad Ra \leq 10^4 \quad (52)$$

$$Nu_2 = 0,242 \left(\frac{Ra}{A_{g,i}} \right)^{0,272} \quad (53)$$

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [9].

5.3.3.6 Khoảng đặt nghiêng một góc $90^\circ < \gamma \leq 180^\circ$

Lớp khí được chứa trong mặt đối diện hướng xuống của cửa sổ được mô phỏng bằng cách sử dụng công thức sau:

$$Nu = 1 + (Nu_v - 1) \sin \gamma \quad (54)$$

Nu_v là số Nusselt của khoang thẳng đứng đưa ra trong công thức (49).

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [10].

5.3.3.7 Các đặc tính của khí điền đầy

Khối lượng riêng của khí điền đầy trong cửa sổ được tính toán bằng cách sử dụng định luật khí lý tưởng.

$$\rho = \frac{P\hat{M}}{\mathfrak{R}T_m} \quad (55)$$

$P = 101300 \text{ Pa}$ và $T_m = 293\text{K}$

Nhiệt dung riêng đẳng áp, c_p , độ nhớt, μ , và hệ số dẫn nhiệt, λ , được xác định bằng cách sử dụng hàm tuyến tính theo nhiệt độ, ví dụ, độ nhớt có thể được thể hiện như sau:

$$\mu = a + bT_m \quad (56)$$

Các giá trị của hệ số a và b thích hợp để tính c_p , μ và λ cho các loại khí điền đầy được đưa ra trong Phụ lục B.

5.3.4 Các đặc tính của hỗn hợp khí điền đầy

5.3.4.1 Qui định chung

Khối lượng riêng, hệ số dẫn nhiệt, độ nhớt và nhiệt dung riêng của hỗn hợp khí có thể được tính bằng hàm của các tính chất hợp phần tương ứng.

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [11].

5.3.4.2 Khối lượng phân tử

$$\hat{M}_{\text{mix}} = \sum_{i=1}^v m_i \hat{M}_i \quad (57)$$

trong đó m_i là phần mol của thành phần khí i , trong hỗn hợp khí.

5.3.4.3 Khối lượng riêng

$$\rho = \frac{P\hat{M}_{\text{mix}}}{\mathfrak{R}T_m} \quad (58)$$

5.3.4.4 Nhiệt dung riêng

$$c_{p \text{ mix}} = \frac{\hat{c}_{p \text{ mix}}}{\hat{M}_{\text{mix}}} \quad (59)$$

trong đó

$$\hat{c}_{p \text{ mix}} = \sum_{i=1}^v x_i \hat{c}_{p,i} \quad (60)$$

và nhiệt dung riêng mol của khí thứ i là

$$\hat{c}_{p,i} = c_{p,i} \hat{M}_i \quad (61)$$

5.3.4.5 Độ nhớt

$$\mu_{\text{mix}} = \sum_{i=1}^v \frac{\mu_i}{\left(1 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^v \phi_{i,j}^{\mu} \frac{m_j}{m_i} \right)} \quad (62)$$

trong đó

$$\phi_{i,j}^{\mu} = \frac{\left[1 + (\mu_i / \mu_j)^{1/2} (\hat{M}_j / \hat{M}_i)^{1/4} \right]^2}{2\sqrt{2} \left[1 + (\hat{M}_i / \hat{M}_j) \right]^{1/2}} \quad (63)$$

5.3.4.6 Độ dẫn nhiệt

$$\lambda_{\text{mix}} = \lambda'_{\text{mix}} + \lambda''_{\text{mix}} \quad (64)$$

trong đó

λ' là độ dẫn nhiệt đơn nguyên tử;

λ'' là phần năng lượng thêm vào do sự dịch chuyển khuếch tán của nội năng trong khí đa nguyên tử;

$$\lambda'_{\text{mix}} = \sum_{i=1}^v \frac{\lambda'_i}{\left\{ 1 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^v \Psi_{i,j} \frac{m_j}{m_i} \right\}} \quad (65)$$

và

$$\Psi_{i,j} = \frac{\left[1 + (\lambda'_i / \lambda'_j)^{1/2} (\hat{M}_i / \hat{M}_j)^{1/4} \right]^2}{2\sqrt{2} \left[1 + (\hat{M}_i / \hat{M}_j) \right]^{1/2}} \times \left[1 + 2,41 \frac{(\hat{M}_i - \hat{M}_j)(\hat{M}_i - 0,142\hat{M}_j)}{(\hat{M}_i + \hat{M}_j)^2} \right] \quad (66)$$

$$\lambda''_{\text{mix}} = \sum_{i=1}^v \frac{\lambda''_i}{\left\{ 1 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^v \phi_{i,j}^{\lambda} \frac{m_j}{m_i} \right\}} \quad (67)$$

trong đó $\phi_{i,j}$ cũng có thể được viết như sau:

$$\phi_{i,j}^{\lambda} = \frac{\left[1 + (\lambda'_i / \lambda'_j)^{1/2} (\hat{M}_i / \hat{M}_j)^{1/4} \right]^2}{2\sqrt{2} \left[1 + (\hat{M}_i / \hat{M}_j) \right]^{1/2}} \quad (68)$$

Để xác định λ_{mix} sử dụng các bước sau:

a) Tính λ'_i

$$\lambda'_i = \frac{15}{4} \times \frac{\mathcal{R}}{\hat{M}_i} \mu_i \quad (69)$$

b) Tính λ''_i

$$\lambda''_i = \lambda_i - \lambda'_i \quad (70)$$

λ_i là độ dẫn nhiệt của thành phần khí điền đầy i (xem Phụ lục B)

c) Sử dụng λ'_i để tính λ'_{mix}

d) Sử dụng λ''_i để tính λ''_{mix}

$$e) \quad \lambda_{\text{mix}} = \lambda'_{\text{mix}} + \lambda''_{\text{mix}} \quad (71)$$

6 Ảnh hưởng của khung cửa

6.1 Độ truyền nhiệt của phần khung cửa và độ truyền nhiệt tuyến tính

Phần khung cửa của hệ thống cửa sổ bao gồm vùng chắn sáng có hoặc không có khoang chứa khí. Khung cửa có thể được làm từ nhiều loại vật liệu, nhưng hầu hết thường là vật liệu gỗ, nhựa vinyl, nhôm và loại kết hợp (ví dụ, vinyl phủ gỗ).

Độ truyền nhiệt của phần khung cửa và độ truyền nhiệt tuyến tính, ψ , phải được xác định bằng mô hình số hóa hai chiều. Việc phân tích hai chiều sẽ cung cấp tốc độ truyền nhiệt qua mỗi phần khung cửa cụ thể. Thông tin chi tiết về phép phân tích số hóa hai chiều được cung cấp từ 6.2 tới 6.6 (Xem thêm ISO 10077-2).

6.2 Phương trình cơ bản để tính toán độ truyền nhiệt

Thiết lập phương trình cơ bản bằng cách áp đặt một cân bằng năng lượng mô tả trạng thái truyền nhiệt ổn định bằng dẫn nhiệt. Phương trình cơ bản được rời rạc hóa bằng cách sử dụng công thức bảo toàn (nghĩa là, đánh giá dòng năng lượng giữa hai đầu nút cụ thể hoặc thông qua bất kỳ bề mặt thể tích cụ thể nào được thực hiện một cách nhất quán trong suốt quá trình phân tích). Thông số hình học của khung cửa/mép kính và hệ số dẫn nhiệt tương ứng cho từng loại vật liệu, λ_{je} , được quy định cụ thể. Phương pháp số hóa có thể tạo ra các mô hình dòng nhiệt và nhiệt độ hai chiều thỏa mãn phương trình cơ bản. Trong hệ tọa độ Descartes, phương trình này là:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -\frac{q'''_{sc}}{\lambda} \quad (72)$$

Trong đó q'''_{sc} đại diện cho nhiệt sinh bên trong hệ, tính bằng W/m^2 .

Cường độ dòng nhiệt, q , được bảo toàn trên bất kỳ bề mặt vật liệu nào tiếp xúc với nhau và được tính theo công thức sau:

$$q = -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} e_x + \frac{\partial T}{\partial y} e_y \right) \quad (73)$$

trong đó e_x và e_y là thành phần các véc tơ pháp tuyến của bề mặt.

Tại đường biên, cường độ dòng nhiệt, q , tính bằng:

$$q = q_{cv} + q_r + q_{sc} (q_{sk}) \quad (74)$$

trong đó q_{cv} là cường độ dòng nhiệt ứng với phần nhiệt đối lưu, và q_r là ứng với phần nhiệt bức xạ, được xác định theo 8.3 và 8.4. Lượng q_{sc} (q_{sk}) là cường độ dòng nhiệt tại biên (nguồn hoặc bồn nhiệt)

6.3 Biểu diễn hình học và chia lưới

6.3.1 Biểu diễn hình học

Thực hiện biểu diễn hoặc mô hình hóa hai chiều mỗi phần gồm khung cửa, khung kính và mép kính. Các kích thước của tất cả các phần sẽ có giá trị danh nghĩa được đưa ra trong bản vẽ sản phẩm cửa sổ thực tế của nhà sản xuất. Những bán kính nhỏ và những thay đổi nhỏ về độ dày vật liệu do dung sai sản xuất hoặc những yêu cầu về gia cố/gá lắp có thể bỏ qua.

Phần cứng gia cường hoặc vận hành có bản chất liên tục, đỉnh vít hoặc bu lông lắp ráp từ mặt phía trong tới mặt bên ngoài hoặc cầu co giãn nhiệt, bao gồm cả cầu khử co giãn nhiệt không hoàn toàn, đều được đưa vào mô hình. Những thành phần cầu nhiệt có thể được mô hình với công cụ tính toán ba chiều nếu có, không thì sẽ được mô hình bằng cách sử dụng quy trình nêu dưới đây:

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết trong thư mục tài liệu tham khảo [34].

Tính độ dẫn nhiệt hiệu dụng của các phần tử trong cầu nhiệt (ví dụ, bu lông, ốc vít, vv)

$$\lambda_{\text{eff}} = F_{br} \times \lambda_{br} + (1 - F_{br}) \lambda_o \quad (75)$$

trong đó

$$F_{br} = s/w$$

s là kích thước của phần tử trong cầu nhiệt (ví dụ, kích thước của một đầu bu-lông);

w là khoảng cách giữa các phần tử cầu nhiệt;

λ_{br} là độ dẫn nhiệt của vật liệu làm cầu nhiệt;

λ_o là độ dẫn nhiệt của mặt cắt ngang không có cầu nhiệt.

Khi áp dụng cách tính trên, sử dụng các điều kiện sau đây:

a) Nếu $F_{br} \leq 1\%$, bỏ qua cầu nhiệt;

b) Nếu $1\% < F_{br} \leq 5\%$, mô hình sử dụng các phương pháp nêu trên với điều kiện $\lambda_{br} > 10 \lambda_o$;

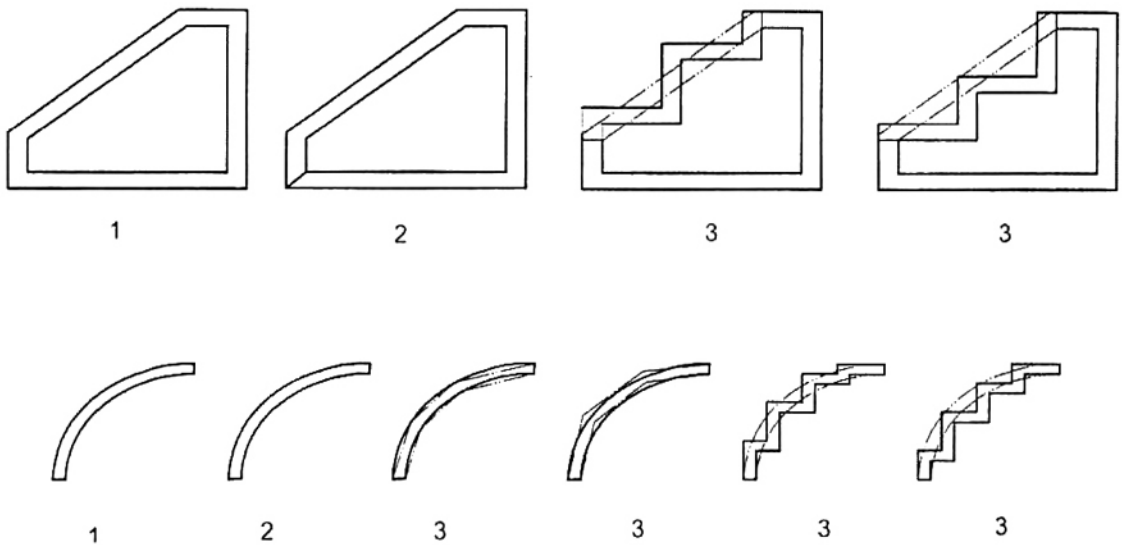
c) Nếu $F_{br} > 5\%$, mô hình luôn luôn sử dụng phương pháp nêu trên.

Các thành phần trong kết cấu cửa sổ, bị nén ép hoặc biến dạng so với hình dạng ban đầu khi lắp đặt vào cửa sổ (ví dụ dải bịt kín) sẽ được mô hình ở trạng thái bị nén ép hoặc biến dạng. Các điều chỉnh

kích thước chỉ được phép nếu chúng không làm ảnh hưởng đáng kể đến các tính toán (xem ISO 10211-1).

Những đoạn mặt cắt ngang thực tế được tạo thành từ các bề mặt thẳng đứng và nằm ngang phải đại diện bởi các đoạn thẳng tương tự và giữ nguyên độ dày danh nghĩa, vị trí tương đối giữa các đoạn.

Các đường nghiêng được đại diện bởi a) các đường nghiêng tương tự và giữ nguyên độ dày danh nghĩa, vị trí tương đối giữa các đoạn hoặc b) một loạt các đường nằm ngang, dọc, đáp ứng các tiêu chí từ 1 tới 4 nêu bên dưới. Còn các đường cong sẽ được đại diện bởi a) các đường cong tương tự và giữ nguyên độ dày danh nghĩa, vị trí tương đối giữa các đoạn hoặc b) một dãy các đường nằm ngang, dọc, và nghiêng hoặc một dãy các đường ngang và dọc đáp ứng các tiêu chí từ 1 tới 4 nêu bên dưới (xem hình 7).



CHÚ DẪN: 1 - Thực tế ; 2 - Ưu tiên ; 3 - Có thể chấp nhận

Hình 7 – Ví dụ về các xấp xỉ có thể của mặt cắt ngang thực tế

- 1) Chiều dày đặc trưng (d) bằng chiều dày trung bình.
- 2) Tất cả các điểm trên đường biểu diễn trong phạm vi 5 mm so với đường thẳng/đường cong thực tế. Khoảng cách trung bình (cho tất cả các điểm) giữa đường biểu diễn và các đường thẳng/đường cong thực tế nhỏ hơn 2,5 mm.
- 3) Đối với vật liệu dẫn nhiệt (vật liệu có hệ số dẫn nhiệt lớn hơn hoặc bằng 10 lần so với bất kỳ vật liệu xung quanh), chiều dài đường sẽ được duy trì trong khoảng 5%. Nếu điều kiện này không được đáp ứng, thì kết quả chiều dài lưới nhân với hệ số dẫn nhiệt sẽ được thay thế bởi chiều dài lưới nhân với hệ số dẫn nhiệt và nhân thêm với $(\cos \gamma + \sin \gamma)$, trong đó γ là góc nghiêng của lưới. Thu được kết quả tương tự khi γ được đo theo chiều dọc hoặc chiều ngang tham chiếu.
- 4) Khi vật liệu đặt nghiêng được biểu diễn bởi một dãy các hình chữ nhật, thì chiều dài tiếp xúc giữa các hình chữ nhật hoặc các đa giác liền kề (l) bằng với chiều dày thực tế trung bình (d).

TCVN 11857:2017

Một số cửa sổ sử dụng mép cửa được gắn bằng đinh để giúp cửa sổ nằm chắc chắn trong khoảng mở thô. Nếu những mép này dự kiến được che bởi lớp phủ bên ngoài (ví dụ, lớp ván bọc ngoài hoặc lớp gạch), thì các phần mép kéo ra phía ngoài khoảng mở thô sẽ được bỏ qua.

Trong hầu hết các trường hợp, các đường biên phía trong và phía ngoài phải theo dạng prôfin của khung cửa. Trong trường hợp bên trong và bên ngoài có các khoang mở trên prôfin khung cửa (khoang và rãnh thông khí) phải tuân thủ các quy trình được mô tả trong 6.7.

6.3.2 Chia lưới

Mô hình hình học hai chiều sẽ được chia lưới hoặc phân thành một dãy các yếu tố nhỏ để thể hiện chính xác kiểu dòng nhiệt và phân bố nhiệt độ. Độ phân giải lưới phải đủ để đảm bảo độ truyền nhiệt kết hợp của khung/mép cửa cho mỗi mặt cắt ngang, thu được bằng cách giải phương trình truyền nhiệt hai chiều cơ bản đưa ra trong 6.2, nằm trong phạm vi 1% độ truyền nhiệt kết hợp khung/mép cửa từ lưới lý tưởng (nghĩa là, vô cùng mịn). Chấp nhận sơ đồ chia lưới như sau:

a) Làm mịn liên tiếp: Giải phương trình truyền nhiệt cơ bản để đưa ra độ truyền nhiệt cho một phương án chia lưới. Lưới được làm mịn hơn cho đồng đều hoặc trong các vùng có dòng nhiệt hai chiều cao và xác định độ truyền nhiệt mới. Thực hiện ngoại suy độ truyền nhiệt với số nút vô hạn. Lưới đủ độ mịn khi độ truyền nhiệt tính toán nằm trong giới hạn 1% của độ truyền nhiệt ngoại suy.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này nghiêm ngặt hơn so với quy định trong ISO 10211-1, với yêu cầu số lượng phân chia được tăng gấp đôi cho đến khi sự thay đổi dòng nhiệt qua đối tượng được giảm đến dung sai quy định. Các tiêu chí nghiêm ngặt quy định ở trên, là có thể thực hiện được bởi sự gia tăng tốc độ máy tính. Phương pháp phần tử hữu hạn và thể tích hữu hạn, với mắt lưới phi cấu trúc (không phải hình chữ nhật), cũng có thể đáp ứng tiêu chí nghiêm ngặt hơn bằng cách sử dụng phương pháp ước lượng lỗi như được đưa ra trong ý b) dưới đây.

b) Áp dụng định mức lỗi năng lượng [13, 14] để tính toán hệ số truyền nhiệt khung/mép cửa trong phạm vi 1% độ truyền nhiệt được xác định trong trường hợp lưới lý tưởng.

c) Bất kỳ phương pháp tiếp cận nào khác trong các trong thư mục tài liệu tham khảo đều có thể áp dụng để tính toán độ truyền nhiệt khung/mép cửa trong phạm vi 1% độ truyền nhiệt được xác định trong trường hợp lưới lý tưởng.

6.4 Các vật liệu rắn

Các giá trị độ dẫn nhiệt thường được lấy từ các tiêu chuẩn quốc gia. Trường hợp này không phải là những giá trị được liệt kê trong ISO 10077-2, nhưng có thể được sử dụng khi vật liệu đó trực tiếp tham gia trong cấu trúc cửa sổ. Nếu không sử dụng các nguồn này, giá trị độ dẫn nhiệt phải được xác định theo ISO 8302 (thiết bị đĩa nóng bảo vệ) hoặc ISO 8301 (đo lưu lượng nhiệt) tại nhiệt độ trung bình phù hợp với các tiêu chuẩn quốc gia. Giả định rằng tất cả các giá trị hệ số dẫn nhiệt vật liệu là không đổi theo nhiệt độ.

Các giá trị độ bức xạ bề mặt của vật liệu khung cửa thường được lấy từ tiêu chuẩn quốc gia. Nếu không có, lấy các giá trị độ bức xạ bề mặt xác định theo ISO 10077-2, nhưng chỉ có thể sử dụng khi vật liệu đó trực tiếp tham gia trong cấu trúc cửa sổ.

6.5 Độ dẫn nhiệt hiệu dụng - Khoang kính

Khoang kính sẽ được coi như chứa một vật rắn chắn sáng có độ dẫn nhiệt hiệu dụng. Độ dẫn nhiệt hiệu dụng của khoang được tính bằng cách sử dụng kết quả phân tích vùng nhìn xuyên. Tại khoang i :

$$\lambda_{\text{eff},i} = q_i \left(\frac{d_{\text{gv},i}}{T_{\text{ft},i} - T_{\text{b},i-1}} \right) \quad (76)$$

6.6 Độ dẫn nhiệt hiệu dụng - Khoang khung cửa không thông khí

6.6.1 Qui định chung

Khoang khung cửa sẽ được coi như chứa một vật rắn chắn sáng có độ dẫn nhiệt hiệu dụng. Độ dẫn nhiệt hiệu dụng cho cả phần nhiệt bức xạ và đối lưu được xác định như sau.

$$\lambda_{\text{eff}} = (h_{\text{cv}} + h_r) \times d \quad (77)$$

trong đó

λ_{eff} là độ dẫn nhiệt hiệu dụng;

h_{cv} là hệ số trao đổi nhiệt đối lưu;

h_r là hệ số truyền nhiệt bức xạ ($h_r = 0$ trong trường hợp sử dụng quy trình bức xạ cụ thể);

d là chiều dày hoặc chiều rộng của khoang khí theo hướng dòng nhiệt.

Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, h_{cv} , được tính từ số Nusselt, Nu , có thể được xác định từ các mối tương quan khác nhau, tùy thuộc vào tỷ lệ mặt cắt, chiều và hướng của dòng nhiệt.

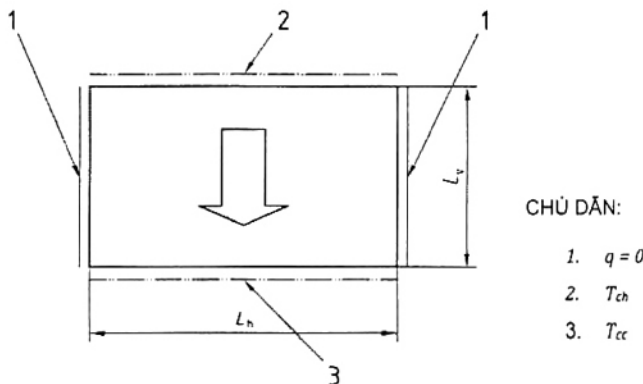
$$h_{\text{cv}} = Nu \frac{\lambda_{\text{ai}}}{d} \quad (78)$$

Xem xét ba trường hợp khác nhau, tùy thuộc vào dòng nhiệt đi lên, đi xuống, hay nằm ngang.

6.6.2 Dòng nhiệt đi xuống

$$Nu = 1,0 \quad (79)$$

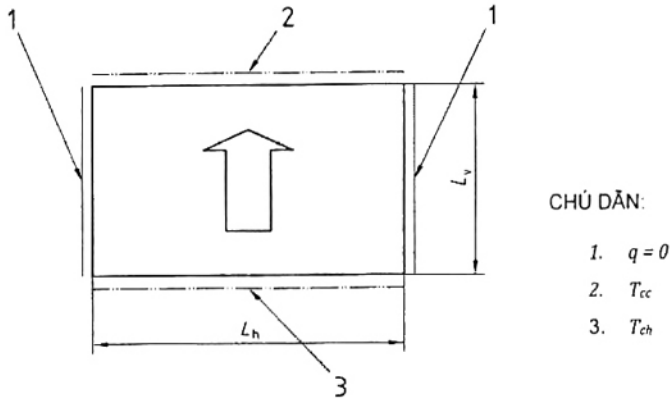
Xem hình 8.



Hình 8 – Minh họa khoang khung cửa hình chữ nhật dòng nhiệt hướng xuống dưới

6.6.3 Dòng nhiệt đi lên

Trạng thái này không ổn định và sẽ có số Nusselt phụ thuộc vào tỷ lệ mặt cắt là tỷ lệ giữa chiều cao và chiều rộng, L_v/L_h , trong đó L_v và L_h là các kích thước khoang lớn nhất theo chiều dọc và chiều ngang, xem hình 9.



Hình 9 – Minh họa khoang khung cửa hình chữ nhật dòng nhiệt hướng lên trên

a) với $\frac{L_h}{L_v} \leq 1$ nhiệt đối lưu bị giới hạn bởi ma sát tường, và

$$Nu = 1,0 \quad (80)$$

b) với $1 < \frac{L_h}{L_v} \leq 5$ số Nusselt được tính theo công thức sau

$$Nu = 1 + \left(1 - \frac{Ra_{cr}}{Ra}\right)^{\bullet} \left[k1 + 2(k2)^1 \ln k2 \right] + \left[\left(\frac{Ra}{5830}\right)^{1/3} - 1 \right]^{\bullet} \left[1 - e^{-0,95 \left(\left(\frac{Ra_{cr}}{Ra}\right)^{1/3} - 1\right)^{\bullet}} \right] \quad (81)$$

trong đó

$$k1 = 1,40 \quad (82)$$

$$k2 = \frac{Ra^{1/3}}{450,5} \quad (83)$$

$$(X)^{\bullet} = \frac{X + |X|}{2} \quad (84)$$

Ra_{cr} là số Rayleigh tới hạn, được xác định bằng hồi quy bình phương nhỏ nhất của bảng giá trị.

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết tham khảo tài liệu [15].

$$Ra_{cr} = e^{\left(0,721 \frac{L_v}{L_h}\right)} + 7,46 \quad (85)$$

Ra là số Rayleigh của khoang khí:

$$Ra = \frac{\rho_{ai}^2 L_v^3 g \beta c_{p,ai} (T_{ch} - T_{cc})}{\mu_{ai} \lambda_{ai}} \quad (86)$$

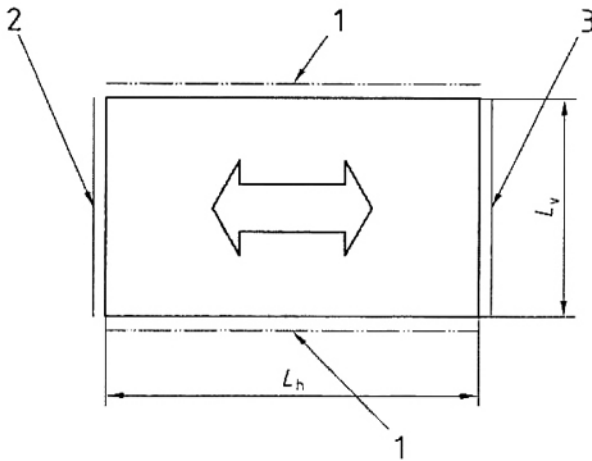
c) với $\frac{L_h}{L_v} > 5$ số Nusselt là:

$$Nu = 1 + 1,44 \left(1 - \frac{1708}{Ra} \right)^* + \left[\left(\frac{Ra}{5830} \right)^{1/3} - 1 \right]^* \quad (87)$$

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết tham khảo tài liệu [7].

6.6.4 Dòng nhiệt nằm ngang

Xem hình 10.



CHÚ DẪN:

1. $q = 0$
2. T_{cc} hoặc T_{ch}
3. T_{ch} hoặc T_{cc}

Hình 10 – Minh họa khoang khung cửa hình chữ nhật dòng nhiệt hướng nằm ngang

a) với $\frac{L_v}{L_h} \leq \frac{1}{2}$ số Nusselt là:

$$Nu = 1 + \left\{ \left[2,756 \times 10^{-6} Ra^2 \left(\frac{L_v}{L_h} \right)^8 \right]^{-0,386} + \left[0,623 Ra^{1/5} \left(\frac{L_h}{L_v} \right)^{2/5} \right]^{-0,386} \right\}^{-2,59} \quad (88)$$

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết tham khảo tài liệu [15].

trong đó Ra là số Rayleigh và được xác định bằng:

$$Ra = \frac{\rho_{ai}^2 L_h^3 g \beta c_{p,ai} (T_{ch} - T_{cc})}{\mu_{ai} \lambda_{ai}} \quad (89)$$

b) với $\frac{L_v}{L_h} > 5$ có mối tương quan là giá trị lớn nhất của $Nu = (Nu_1, Nu_2, Nu_3)_{\max}$ được xác định như sau:

$$Nu_1 = \left\{ 1 + \left[\frac{(0,104 Ra^{0,293})^3}{1 + \left(\frac{6310}{Ra} \right)^{1,36}} \right] \right\}^{1/3} \tag{90}$$

$$Nu_2 = 0,242 \left(Ra \frac{L_h}{L_v} \right)^{0,273} \tag{91}$$

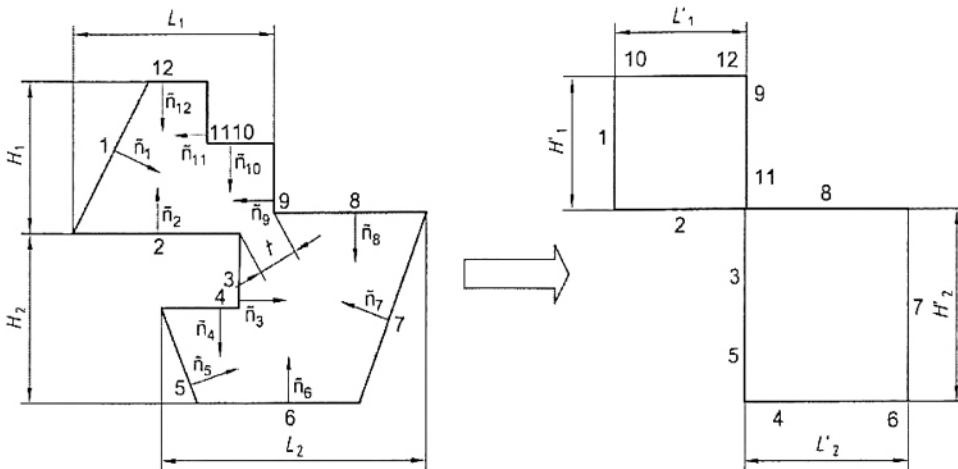
$$Nu_3 = 0,0605 Ra^{1/3} \tag{92}$$

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết tham khảo tài liệu [9].

c) với $\frac{1}{2} < \frac{L_v}{L_h} < 5$ số Nusselt được xác định bằng cách sử dụng nội suy tuyến tính giữa các điểm cuối của a) và b) nêu trên.

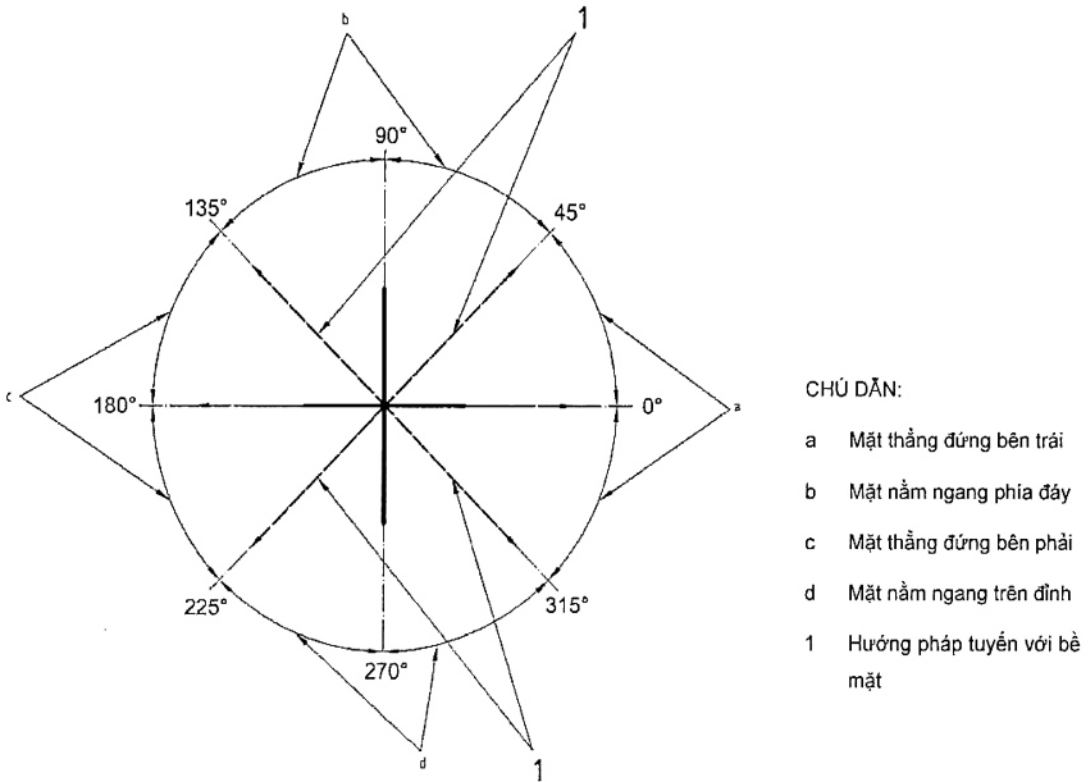
Đối với phần thanh đứng khung cửa, khoang khung cửa được định hướng theo chiều dọc và do đó chiều cao của khoang nằm trong phương pháp tuyến với mặt phẳng của mặt cắt ngang. Đối với những khoang này, giả định rằng dòng nhiệt luôn nằm theo phương nằm ngang với $L_v/L_h > 5$, và vì vậy sử dụng mối tương quan đưa ra trong công thức (90) đến (92) của 6.6.4 ý b).

Nhiệt độ T_{ch} và T_{cc} không biết trước, vì vậy cần phải ước tính chúng. Từ những nghiên cứu thực nghiệm, khuyến cáo áp dụng $T_{ch} = 10^\circ\text{C}$ và $T_{cc} = 0^\circ\text{C}$. Tuy nhiên, sau khi mô phỏng được thực hiện, cần phải cập nhật những nhiệt độ này từ các kết quả lần chạy trước. Quy trình này sẽ được lặp đi lặp lại cho đến khi giá trị T_{ch} và T_{cc} từ hai lần chạy liên tục nằm trong khoảng 1°C . Ngoài ra, điều quan trọng là phải kiểm tra hướng dòng nhiệt sau lần chạy đầu, bởi vì nếu hướng của khối dòng nhiệt là khác với ban đầu, cần phải thay lại cho các lần chạy tiếp theo.



$$\frac{L'_1}{H'_2} = \frac{L'_1}{H'_2} \quad t \leq 5\text{mm} \quad \text{và} \quad \frac{L'_2}{H'_2} = \frac{L'_2}{H'_2}$$

Hình 11 – Minh họa cách xử lý khoang khung cửa có hình dạng đặc biệt



Hình 12 – Minh họa lựa chọn hướng của khoang khung cửa; đường nét đứt chỉ hướng pháp tuyến với bề mặt với góc cắt 45°, 135°, 225° và 315°

Đối với khoang khung cửa có hình dạng không đồng đều, không thông khí, thì thông số hình học sẽ được chuyển đổi thành khoang hình chữ nhật tương đương phù hợp với các quy trình nêu trong ISO 10077-2 (xem Hình 11). Đối với những khoang này, sử dụng các quy trình sau đây để xác định bề mặt khoang hình chữ nhật tương đương theo mặt thẳng đứng và nằm ngang (xem Hình 12).

Nếu khoảng cách ngắn nhất giữa hai bề mặt đối diện là nhỏ hơn 5 mm, thì khoang khung cửa phải tách ra ở phần thất này. Tương tự với:

- a) bất kỳ bề mặt nào mà có góc pháp tuyến nằm giữa 315° và 45° là bề mặt thẳng đứng bên trái;
- b) bất kỳ bề mặt nào mà có góc pháp tuyến nằm giữa 45° và 135° là bề mặt ngang phía đáy;
- c) bất kỳ bề mặt nào mà có góc pháp tuyến nằm giữa 135° và 225° là bề mặt thẳng đứng bên phải;
- d) bất kỳ bề mặt nào mà có góc của pháp tuyến nằm giữa 225° và 315° là bề mặt ngang trên đỉnh.

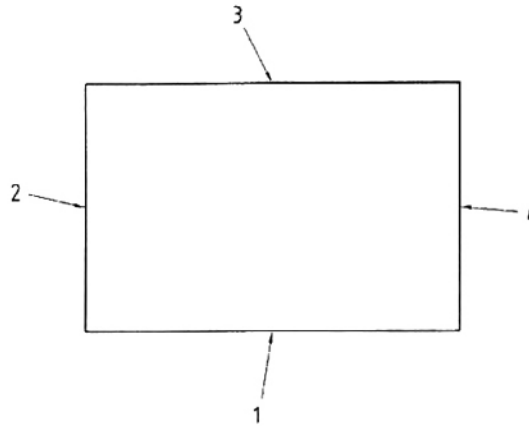
Nhiệt độ của bề mặt thẳng đứng và nằm ngang tương đương, được tính bằng nhiệt độ trung bình của bề mặt theo sự phân loại được trình bày như trên. Hướng dòng nhiệt được xác định từ chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt thẳng đứng và nằm ngang của khoang tương đương. Sử dụng các quy tắc sau đây (xem Hình 13):

- a) dòng nhiệt là nằm ngang nếu giá trị tuyệt đối của chênh lệch nhiệt độ giữa các bề mặt khoang theo phương thẳng đứng lớn hơn giữa các bề mặt khoang theo phương ngang;

TCVN 11857:2017

b) dòng nhiệt là thẳng đứng và hướng lên trên nếu giá trị tuyệt đối của chênh lệch nhiệt độ giữa các bề mặt khoang theo phương ngang lớn hơn giữa các bề mặt khoang theo phương thẳng đứng và chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt khoang theo phương ngang phía đỉnh và bề mặt khoang theo phương ngang phía đáy là âm;

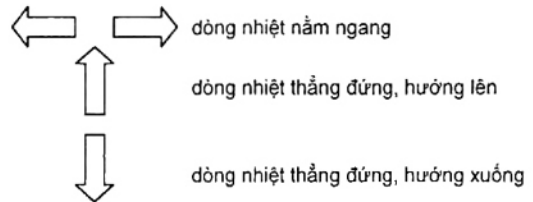
c) dòng nhiệt là thẳng đứng và hướng xuống dưới nếu giá trị tuyệt đối của chênh lệch nhiệt độ giữa các bề mặt khoang theo phương ngang lớn hơn giữa các bề mặt khoang theo phương thẳng đứng và chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt khoang theo phương ngang phía đỉnh và bề mặt khoang theo phương ngang phía đáy là dương.



CHÚ DẪN:

- 1 nhiệt độ mặt đáy, T_{bo}
- 2 nhiệt độ mặt thẳng đứng bên trái, T_{lv}
- 3 nhiệt độ mặt đỉnh, T_{tp}
- 4 nhiệt độ mặt thẳng đứng bên phải, T_{rv}

- a) $|T_{rv} - T_{lv}| \geq |T_{tp} - T_{bo}|$
- b) $|T_{rv} - T_{lv}| < |T_{tp} - T_{bo}|$ và $T_{tp} < T_{bo}$
- c) $|T_{rv} - T_{lv}| < |T_{tp} - T_{bo}|$ và $T_{tp} > T_{bo}$



Hình 13 – Minh họa lựa chọn hướng dòng nhiệt

6.6.5 Dòng nhiệt bức xạ

Hệ số truyền nhiệt bức xạ h_r được tính bằng:

$$h_r = \frac{4 \sigma T_{av}^3}{\frac{1}{\epsilon_{cc}} + \frac{1}{\epsilon_{ch}} - 2 + \frac{1}{\frac{1}{2} \left\{ \left[\left(1 + \left(\frac{L_h}{L_v} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{L_h}{L_v} + 1 \right\}}} \right)} \tag{93}$$

trong đó

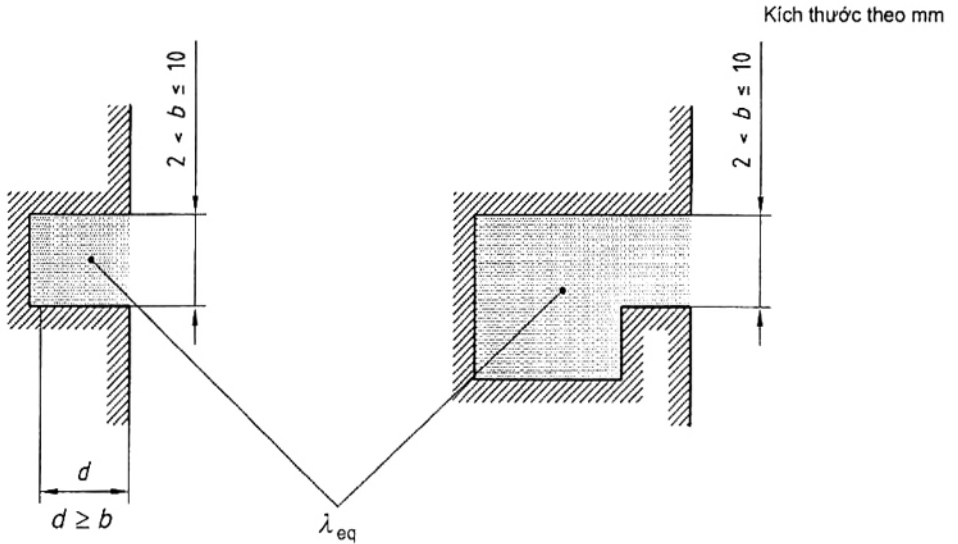
$$T_{av} = \frac{T_{cc} + T_{ch}}{2} \quad (94)$$

Công thức trên giả định dòng nhiệt bức xạ theo phương ngang. Nếu phương dòng nhiệt thẳng đứng, thì sử dụng tỷ lệ nghịch đảo L_h/L_v (nghĩa là L_v/L_h).

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết tham khảo tài liệu [16].

6.7 Khoang và rãnh được thông khí

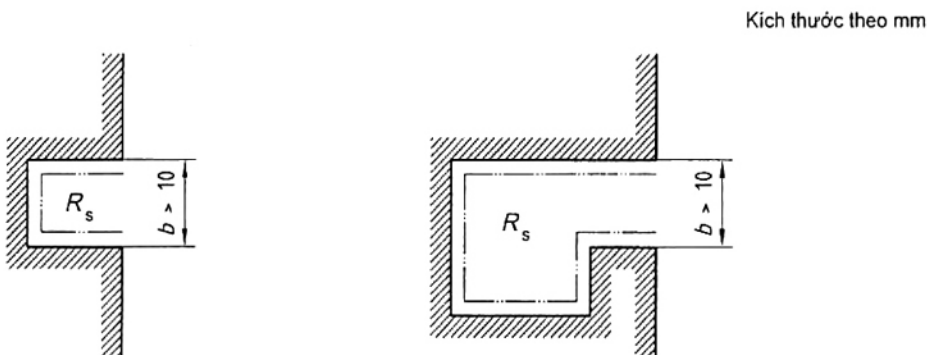
6.7.1 Khoang và rãnh được thông khí ít với tiết diện nhỏ



Hình 14 – Ví dụ về khoang và rãnh khí được thông khí ít với tiết diện nhỏ

Rãnh với tiết diện nhỏ (xem hình 14) hay khoang kết nối với môi trường bên ngoài hoặc bên trong bởi khe lớn hơn 2 mm nhưng không quá 10 mm được coi là khoang được thông khí ít. Độ dẫn nhiệt tương đương với hai lần khoang không thông khí có cùng kích thước như trong 6.6. Đối với trường hợp các khe nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm, thì coi như các khoang hoàn toàn kín như trong 6.6.

6.7.2 Rãnh và khoang được thông khí tốt có tiết diện lớn



Hình 15 – Ví dụ về khoang và rãnh được thông khí tốt

TCVN 11857:2017

Trong trường hợp không như đề cập trong 6.6 và 6.7.1, đặc biệt là khi chiều rộng b của rãnh hoặc khe kết nối khoang với môi trường vượt quá 10 mm, thì giả định rằng toàn bộ bề mặt được tiếp xúc với môi trường. Do đó, hệ số truyền nhiệt bề mặt, h_{inl} và h_{out} , được tính theo Điều 8, tương ứng với mặt bên trong và bên ngoài.

Trong trường hợp khoang lớn nối với nhau bằng một khe đơn và chiều dài mặt cắt ngang vượt quá 5 lần chiều rộng của khoảng không (xem Hình 15), thì mô hình bức xạ chi tiết (xem 8.4.2) có thể thích hợp để xác định phần bức xạ của hệ số truyền nhiệt bề mặt.

7 Kết cấu che nắng

7.1 Khái quát

7.1.1 Giới thiệu chung

Điều 7 đưa ra các công thức cần thiết để tính toán ảnh hưởng của kết cấu che nắng đến các tính chất nhiệt và quang học của hệ thống cửa sổ.

Phạm vi sử dụng được giới hạn cho các loại kết cấu che nắng mà có thể được coi gần đúng như là một lớp song song với các tấm cửa sổ.

Việc đưa các kết cấu che nắng vào mô hình hệ thống cửa sổ dẫn đến những sự thay đổi trong các công thức nhiệt và quang học chính. Nhằm không làm phức tạp các công thức đưa ra trong Điều 5, những thay đổi cần thiết trong các công thức này không được nêu trong Điều 5, mà được bổ sung trong Điều 7.

CHÚ THÍCH: Thông tin về các quy trình tính toán và kỹ thuật đo cho kết cấu che nắng có thể xem trong tài liệu [17-25]. Nhìn chung, các tài liệu tham khảo này đều liên quan đến các việc tính toán của tiêu chuẩn.

Những nội dung trong điều này dựa trên hầu hết các quy trình cập nhật, với phép tính xấp xỉ đơn giản hóa thì cần có các giới hạn thực tế liên quan đến mô hình, các kết quả chạy trên máy tính và các dữ liệu sản phẩm sẵn có.

Kết cấu che nắng có thể được chia thành hai loại cơ bản sau:

- loại kết cấu che nắng kiểu lõp, chẳng hạn như màn chắn, rèm và màn che nắng được đặt song song với cửa sổ, với bản chất tiếp xúc nhiệt-quang học;

- loại kết cấu che nắng nhô ra ngoài cửa sổ, chẳng hạn như mái hiên và ô văng, đặt gần với các tấm cửa. Những loại kết cấu che nắng này có thể được coi là một phần của môi trường cửa sổ, vì sự trao đổi nhiệt bị giới hạn. Kết cấu che nắng chủ yếu ảnh hưởng đến điều kiện nhiệt độ và bức xạ bên ngoài cửa sổ. Tuy nhiên, trong những trường hợp cụ thể các điều kiện và tính chất chính của cửa sổ có thể ảnh hưởng đến điều kiện "môi trường" này (ví dụ sự phản xạ bức xạ mặt trời, túi khí nóng). Những loại kết cấu che nắng này nằm ngoài phạm vi áp dụng tiêu chuẩn này.

7.1.2 Nguyên tắc tính toán

Sự trao đổi nhiệt-quang học của kết cấu che nắng kiểu lớp tương tự như các tấm cửa và màng phim. Trong vấn đề này, các kết cấu che nắng kiểu lớp có thể được quy định rõ trong mô hình như một lớp nằm giữa hai khe hở. Lớp này trao đổi nhiệt với các thành phần và/hoặc môi trường khác bằng dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ nhiệt. Cũng bao gồm cả hấp thụ, phản xạ và truyền bức xạ mặt trời. Tuy nhiên, do cấu trúc dạng lỗ (kết cấu dệt lỗ, thanh mảnh), các kết cấu che nắng không chỉ truyền một phần bức xạ mặt trời, mà còn truyền cả bức xạ nhiệt (bước sóng dài). Các đặc tính này có ở một số loại màng mỏng kiểu treo. Hiện tượng này đã được đề cập trong các công thức bằng cách đưa truyền nhiệt bức xạ vào trong các công thức.

Các kết cấu che nắng cũng thường thấm khí, hoặc là do cấu trúc dạng lỗ hoặc do các khe hở trong chu vi kết cấu. Không khí có thể xuyên qua kết cấu che nắng và do đó di chuyển từ khe hở này đến khe hở khác hoặc từ môi trường vào khe hở phía sau kết cấu che nắng và ngược lại. Hiện tượng này không được đề cập trong các công thức ở các điều trước và do đó sẽ được đưa ra trong điều này.

Do kết cấu che nắng kiểu lớp được mô phỏng như lớp một chiều tương tự như một tấm cửa hoặc lớp phim, các đặc tính hai hoặc ba chiều sẽ chuyển sang số hóa một chiều. Đây là trường hợp đặc thù với các tính chất quang học, ví dụ như các tính chất quang học của kết cấu che nắng là một hàm của thông số hình học và vị trí của kết cấu che nắng trong tổ hợp. Để xem xét kết cấu che nắng loại thanh như rèm nắng, cần sử dụng các thông tin về các tính chất quang học của vật liệu làm thanh, cùng với các thông số hình học và vị trí của thanh để xác định tổng hệ số truyền, phản xạ và hấp thụ nhiệt của mỗi lớp.

7.2 Tính chất quang học

7.2.1 Giới thiệu chung

Đặc tính riêng của kết cấu che nắng so với lớp kính hoặc màng phim thông thường là năng lượng bức xạ mặt trời chiếu tới có thể bị thay đổi hướng trong khi truyền qua hoặc phản xạ trên lớp đó.

Để đánh giá các hiệu ứng nhiệt, phép xấp xỉ sau đây được coi là tương đối chính xác.

Chùm tia bức xạ truyền qua hoặc phản xạ bởi các kết cấu che nắng được chia thành hai thành phần:

- phần không bị nhiễu (truyền và phản xạ phản chiếu);
- phần bị nhiễu.

Phần bị nhiễu gần như khuếch tán không đẳng hướng (phản xạ Lambert).

Bức xạ khuếch tán được lan truyền hoặc phản xạ bởi kết cấu che nắng được giả định vẫn là bức xạ khuếch tán.

Việc mô tả chính xác cách thức bức xạ mặt trời đi qua hệ thống sẽ cần yêu cầu tính toán ba chiều đầy đủ bằng cách sử dụng ma trận đầy đủ của độ truyền, hấp thụ và phản xạ phía trước và phía sau cho mỗi góc tới tại mỗi thành phần. Cần phải tiến hành việc đánh giá sự phân bố không gian của ánh sáng ban ngày.

TCVN 11857:2017

Do đó cần yêu cầu các thuộc tính năng lượng mặt trời của kết cấu che nắng hoặc độ truyền qua, cho mỗi chùm tia bức xạ, tại mỗi góc tới:

$\tau_{dir,dir}(\lambda_{wj})$ truyền trực tiếp tới trực tiếp;

$\tau_{dir,dif}(\lambda_{wj})$ truyền trực tiếp tới khuếch tán;

Đối với bức xạ khuếch tán:

$\tau_{dif,dif}(\lambda_{wj})$ truyền khuếch tán tới khuếch tán;

Tương tự đối với phản xạ, yêu cầu các tính chất sau đây (đối với chùm tia bức xạ, cho mỗi góc tới):

$r_{dir,dir}(\lambda_{wj})$ phản xạ trực tiếp tới trực tiếp;

$r_{dir,dif}(\lambda_{wj})$ phản xạ trực tiếp tới khuếch tán;

Đối với bức xạ khuếch tán, yêu cầu các đặc tính sau đây:

$r_{dif,dif}(\lambda_{wj})$ phản xạ khuếch tán tới khuếch tán, và đối với hệ số hấp thụ:

$$\alpha_{dir}(\lambda_{wj}) = [1 - \tau_{dir,dir}(\lambda_{wj}) - r_{dir,dir}(\lambda_{wj}) - \tau_{dir,dif}(\lambda_{wj}) - r_{dir,dif}(\lambda_{wj})] \quad (95)$$

$$\alpha_{dif}(\lambda_{wj}) = [1 - \tau_{dif,dif}(\lambda_{wj}) - r_{dif,dif}(\lambda_{wj})] \quad (96)$$

7.2.2 Các điều chỉnh cần thiết đối với công thức trong 5.2 và 5.3

Đối với hệ thống cửa sổ kết hợp kết cấu che nắng kiểu lớp, các công thức quang học vẫn tương tự như trong Điều 5 nhưng thêm phần mở rộng như sau.

a) Mỗi công thức lưu lượng dòng quang phổ trong 5.2 và 5.3 sẽ được chia thành ba phần: dòng nhiệt "*dir,dir*", "*dir,dif*" và "*dif,dif*", tương ứng với độ truyền nhiệt τ và độ phản xạ r . Trong tổng các dòng nhiệt quang phổ: các phần "*dir,dir*", "*dir,dif*" và "*dif,dif*" sẽ được cộng lại.

b) Độ truyền nhiệt được chia ra, tương tự như phản xạ, theo các giá trị từ phía trước và phía sau.

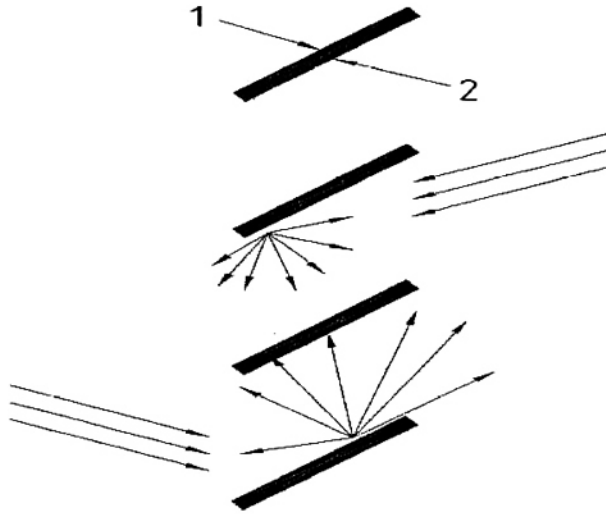
c) Các tổng $\tau_{dir,dir}$ và $\tau_{dir,dif}$ bằng với truyền trực tiếp đến truyền không gian bán cầu, $\tau_{dir,h}$; tương tự với độ phản xạ.

Đối với kết cấu che nắng loại thanh, công thức tính toán các đặc tính này được đưa ra trong 7.3, trên cơ sở tính chất quang học và hình dạng của thanh.

CHÚ THÍCH: Chưa có tiêu chuẩn hiện hành nào để đo đạc các tính chất quang học này. Cho đến khi có các tiêu chuẩn thử nghiệm đó, các phương pháp tính toán trong điều này tạm thời coi như chỉ để cung cấp thông tin, ngoại trừ các kết cấu che nắng loại thanh mà các điều khoản sau đây cung cấp phương pháp tính toán.

Khi một chùm tia truyền qua hoặc phản xạ tại kết cấu che nắng được chia thành các phần trực tiếp và khuếch tán, thì phần khuếch tán vẫn tiếp tục xuyên qua hệ thống. Điều này ngụ ý rằng ngay cả đối với bức xạ năng lượng mặt trời bình thường chiếu tới, tất cả tấm cửa, các màng phim và các lớp che nắng trong cửa sổ khác, đều yêu cầu các giá trị $\tau_{dif,dif}$ và $r_{dif,dif}$, do đó, các giá trị bức xạ bình thường chiếu tới cung cấp thông tin không đầy đủ.

Do sự chuyển hướng của bức xạ, truyền nhiệt phía trước không nhất thiết phải bằng với truyền nhiệt phía sau, như minh họa trong Hình 16.



CHÚ DẪN: 1 - Trắng ; 2- Đen

Hình 16 – Minh họa giá trị khác nhau của truyền năng lượng mặt trời phía trước và phía sau (các mặt thanh có màu khác nhau)

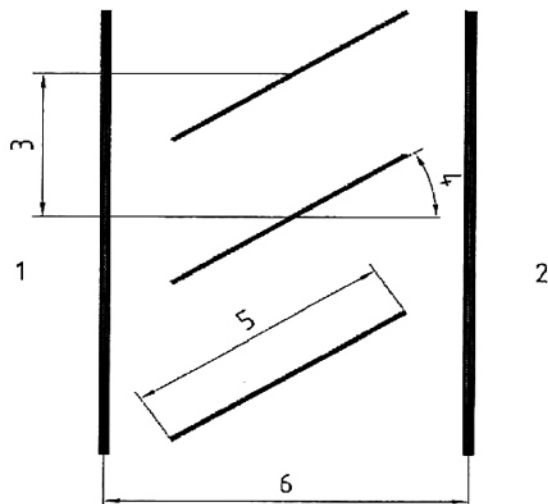
7.3 Kết cấu che nắng loại thanh

7.3.1 Qui định chung

Đối với kết cấu che nắng gồm những thanh đặt song song, tính chất quang học có thể được xác định như hàm số của các thuộc tính, thông số hình học và vị trí của thanh (xem Hình 17). Tính thẩm khí cũng có thể được xác định như hàm số của thông số hình học và vị trí thanh.

CHÚ DẪN:

- 1 Ngoài trời
- 2 Trong nhà
- 3 Khoảng cách thanh
- 4 Góc thanh
- 5 Chiều rộng thanh
- 6 Chiều rộng khe hở



Hình 17 – Thông số hình học của thanh

7.3.2 Tính chất quang học

7.3.2.1 Giới thiệu chung

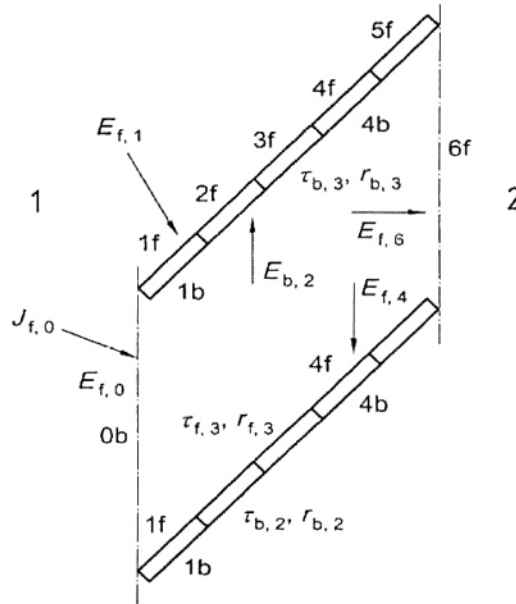
Điều này đưa ra các quy trình tính toán các tính chất quang học bức xạ mặt trời của kết cấu che nắng loại thanh với các điều kiện:

- Các thanh đều phản xạ không đối xứng;
- Bỏ qua các ảnh hưởng bất kỳ của mép cửa sổ.

Quy trình này xem xét hai thanh lân cận và chia nhỏ các thanh thành năm phần bằng nhau (xem Hình 18).

Mỗi thanh được chia thành năm phần (việc chia thành nhiều phần hơn cải thiện không đáng kể). Lưu ý rằng các tính chất khác nhau có thể được gán cho mỗi thành phần, đặc biệt là mỗi mặt thanh. Quá trình mô tả dưới đây cần phải được thực hiện đối với tất cả dải bước sóng yêu cầu đến các tính chất của mỗi phần hoặc cho phần trong suốt còn lại của hệ thống có lắp đặt kết cấu che nắng.

Do giả thiết về sự phản xạ không đối xứng, nên sự uốn cong nhẹ của các thanh có thể được bỏ qua.



CHÚ DẪN: 1 - Ngoài trời ; 2 - Trong nhà

Hình 18 – Rời rạc hóa dữ liệu được sử dụng trong mô hình

7.3.2.2 Các công thức

Những công thức này có ứng dụng tổng quát hơn, nếu việc phân bố số lớp được tổng quát hóa.

Đối với mỗi lớp f,i và b,i với i từ 0 tới n (ở đây: $n=6$) và cho mỗi khoảng quang phổ $\lambda_{w,j}$ ($\lambda_w \rightarrow \lambda_w + \Delta\lambda_w$):

$$E_{f,i} = \sum_k \left[(r_{f,k} + \tau_{b,k}) E_{f,k} F_{f,k \rightarrow f,i} + (r_{b,k} + \tau_{f,k}) E_{b,k} F_{b,k \rightarrow f,i} \right] \tag{97}$$

$$E_{b,i} = \sum_k \left[(r_{b,k} + \tau_{f,k}) E_{b,k} F_{b,k \rightarrow b,i} + (r_{f,k} + \tau_{b,k}) E_{f,k} F_{f,k \rightarrow b,i} \right] \quad (98)$$

trong đó

E_k là các bức xạ trên bề mặt lớp k ;

$F_{p \rightarrow q}$ là hệ số nhìn (view factor) hoặc hệ số hình dạng (shape factor) từ bề mặt p đến bề mặt q (ví dụ b,k đến b,i).

Cũng có

$$E_{f,ex} = J_{ex}(\lambda_{w_j}) \quad (99)$$

$$E_{b,int} = J_{int}(\lambda_{w_j}) = 0 \quad (100)$$

trong đó

J_{ex} là cường độ phát xạ từ môi trường bên ngoài (bức xạ mặt trời chiếu tới);

J_{int} là cường độ phát xạ từ môi trường bên trong (phản xạ trong phòng).

7.3.2.3 Truyền và phản xạ khuếch tán – khuếch tán

Do giả thiết về sự phản xạ không đối xứng, các giá trị hệ số nhìn $F_{p \rightarrow q}$ có thể được tính bằng phương pháp tính toán hệ số nhìn thông thường đối với trao đổi bức xạ khuếch tán.

CHÚ THÍCH: Phương pháp tính toán hệ số nhìn, xem tài liệu [26].

Đối với bức xạ chiếu tới khuếch tán, hệ số nhìn giữa môi trường bên ngoài và các lớp khác cũng xác định bởi các hệ số nhìn của trao đổi bức xạ khuếch tán.

Sau khi giải hệ phương trình, hệ số truyền nhiệt khuếch tán/khuếch tán bằng với bức xạ môi trường bên trong chiếu tới $E_{i,n}$ ($n = 6$), chia cho cường độ phát xạ từ mặt trời chiếu tới, J_{ex} :

$$\tau_{dif,dif}(\lambda_{w_j}) = E_{f,n}(\lambda_{w_j}) / J_{ex}(\lambda_{w_j}) \quad (101)$$

Tương tự, với hệ số phản xạ khuếch tán/khuếch tán:

$$r'_{dif,dif}(\lambda_{w_j}) = E_{b,ex}(\lambda_{w_j}) / J_{ex}(\lambda_{w_j}) \quad (102)$$

7.3.2.4 Truyền và phản xạ trực tiếp – trực tiếp

Bằng cách tính toán hình học đơn giản từ các góc và tỉ lệ các thanh (xem Hình 19), chùm tia bức xạ vượt qua mà không chạm tới các thanh có thể được tính toán cho góc tới γ .

Phần truyền qua này độc lập với bước sóng.

Đây là sự truyền trực tiếp/trực tiếp: $E_{dir,dir}(\gamma_w)$

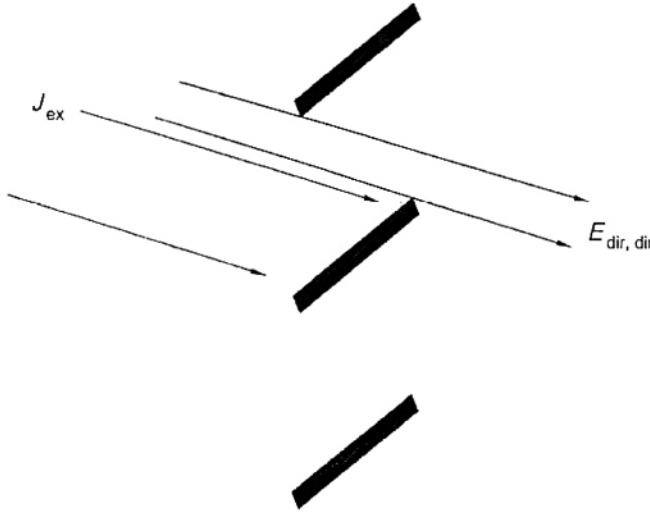
Do đó, truyền trực tiếp – tới trực tiếp cho góc tới γ là:

$$\tau_{\text{dir,dir}}(\gamma) = E_{\text{dir,dir}}(\lambda_{w_j}, \gamma) / J_{\text{ex}}(\lambda_{w_j}, \gamma) \quad (103)$$

Với bất kỳ bước sóng λ_{w_j} .

Không có phần phản xạ bức xạ ra bên ngoài mà không phản xạ lên một hoặc nhiều hơn một phần kết cấu che nắng, vì vậy:

$$r_{\text{dir,dir}}(\gamma) = 0 \quad (104)$$



Hình 19 – Truyền trực tiếp – trực tiếp

7.3.2.5 Truyền nhiệt và phản xạ trực tiếp – khuếch tán

Đầu tiên, tính toán cho góc tới γ , mà các phần của kết cấu che nắng k nhận bức xạ trực tiếp bởi $J_{f,ex}$ (xem Hình 20).

Các hệ số nhìn giữa bức xạ tới J_{ex} và phần nhận bức xạ trực tiếp thứ k là:

$$F_{f,ex \rightarrow f,k} = 1$$

$$F_{f,ex \rightarrow b,k} = 1$$

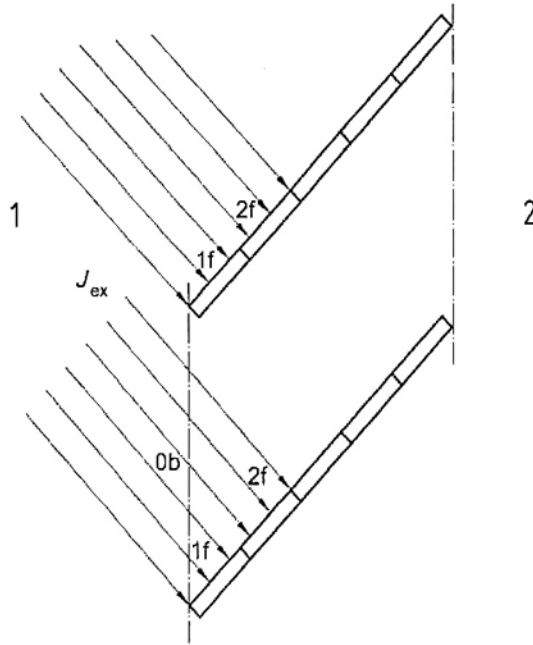
Các hệ số nhìn giữa môi trường bên trong và bên ngoài là không, để loại trừ truyền nhiệt trực tiếp – trực tiếp

$$F_{f,ex \rightarrow b,n} = 0 \text{ và } F_{b,ex \rightarrow f,n} = 0$$

Sau khi giải hệ phương trình tìm được độ truyền nhiệt và phản xạ trực tiếp – khuếch tán:

$$\tau_{\text{dir,dif}}(\lambda_{w_j}, \gamma) = E_{f,n}(\lambda_{w_j}, \gamma) / J_{\text{ex}}(\lambda_{w_j}, \gamma) \quad (105)$$

$$r_{\text{dir,dif}}(\lambda_{w_j}, \gamma) = E_{b,n}(\lambda_{w_j}, \gamma) / J_{\text{ex}}(\lambda_{w_j}, \gamma) \quad (106)$$



CHÚ DẪN:

- 1 Ngoài trời
- 2 Trong nhà

Hình 20 – Các phần kết cấu che nắng nhận bức xạ trực tiếp

7.3.2.6 Hệ số hấp thụ

Phần mà không phải là truyền qua, cũng không phản xạ, là phần được hấp thụ trong các thanh. Cho mỗi dải bước sóng:

$$\alpha_{\text{dir}}(\lambda_{w j}) = \left\{ \left[1 - \tau_{\text{dir,dir}}(\lambda_{w j}) - r_{\text{dir,dir}}(\lambda_{w j}) - \tau_{\text{dir,dif}}(\lambda_{w j}) - r_{\text{dir,dif}}(\lambda_{w j}) \right] \right\} \quad (107)$$

$$\alpha_{\text{dif}}(\lambda_{w j}) = \left\{ \left[1 - \tau_{\text{dif,dif}}(\lambda_{w j}) - \rho_{\text{dif,dif}}(\lambda_{w j}) \right] \right\} \quad (108)$$

7.3.2.7 Hệ số truyền nhiệt và phản xạ nhiệt

Màn chắn nắng cũng là loại bán trong suốt đối với bức xạ hồng ngoại (bức xạ nhiệt). Để tính được hệ số truyền và phản xạ hồng ngoại (IR) của kết cấu che nắng đối với các tính chất (IR) cụ thể của thanh, sử dụng cùng một mô hình như trong tính hệ số truyền nhiệt khuếch tán-khuếch tán và phản xạ bức xạ mặt trời, thay thế tính chất quang học mặt trời của thanh bởi tính chất nhiệt bức xạ của thanh.

Độ phát xạ bình thường của bề mặt có thể được đo theo EN 12898. Chưa có tiêu chuẩn để đo độ bức xạ không gian bán cầu của vật liệu không trong suốt. Thông thường bức xạ kế sẽ sử dụng cho mục đích này.

Phụ lục C – đưa ra ví dụ về việc tính toán các đặc tính quang học của kết cấu che nắng loại thanh là hàm số của tính chất và thông số hình học của thanh.

7.4 Thông khí

7.4.1 Giới thiệu chung

Đối với lỗ thông khí, hệ phương trình như trong 5.3 được mở rộng như mô tả trong 7.4.2.

7.4.2 Phương trình cân bằng nhiệt chính

7.4.2.1 Nguyên tắc tính

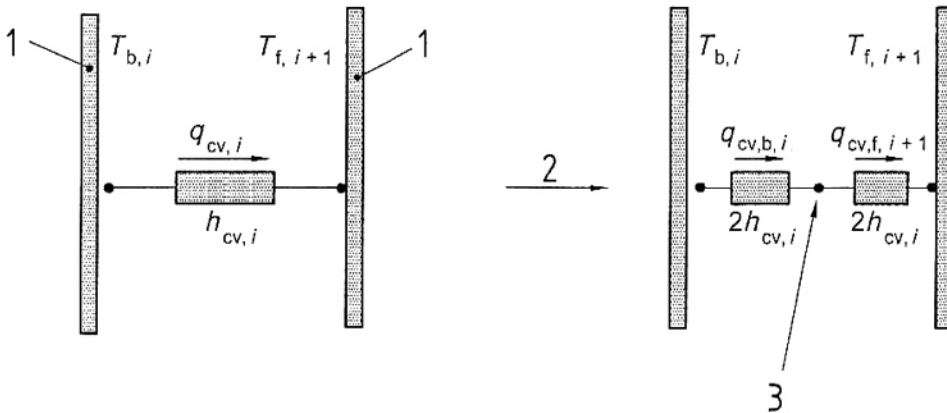
Khoảng không chứa khí có thể được kết nối với môi trường bên ngoài hoặc bên trong hoặc các khoảng không khác. Đối với khoang được thông khí, cân bằng nhiệt trong khoang yêu cầu bổ sung thuật ngữ, nhiệt cung cấp thêm vào hoặc bớt ra bởi khoang khí. Điều này có nghĩa rằng 5.3 là không đủ để mô tả sự trao đổi nhiệt dẫn nhiệt/đối lưu trong khoang như sự truyền nhiệt từ bề mặt này tới bề mặt khác. Cần thiết thực hiện phân chia giữa truyền nhiệt dẫn nhiệt/đối lưu từ bề mặt vào không khí và từ không khí vào bề mặt khác như minh họa trong Hình 6. Trong phương trình cân bằng nhiệt khoang khí, bổ sung thêm nút nhiệt khoang khí bớt ra hoặc cấp thêm vào do sự thông khí.

Nhiệt độ trung bình của khí trong khoang đưa ra trong phương trình trao đổi nhiệt giữa không khí thông qua khoang và các bề mặt tiếp giáp.

CHÚ THÍCH: Chưa có tiêu chuẩn hiện hành để đo đạc các đặc tính này. Cho đến khi có các tiêu chuẩn thử nghiệm, các phương pháp tính toán trong 7.4.2 tạm thời được coi là cung cấp thông tin.

7.4.2.2 Khoang không thông khí

Trường hợp không thông khí (5.3) sự trao đổi nhiệt do truyền nhiệt/đối lưu qua khoang từ một lớp đến lớp kế cận (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng) đưa ra trong 5.3.1: $q_{cv,i} = h_{cv,i}(T_{f,i} - T_{b,i+1})$, được chia thành hai phần (xem Hình 21), với nhiệt độ trung bình của không khí trong khoang như một biến số.



CHÚ DẪN:

- 1 Ô cửa hoặc kết cấu che nắng
- 2 Việc phân chia
- 3 $T_{gap,i}$

Hình 21 – Phân chia trao đổi nhiệt đối lưu qua khoang không thông khí

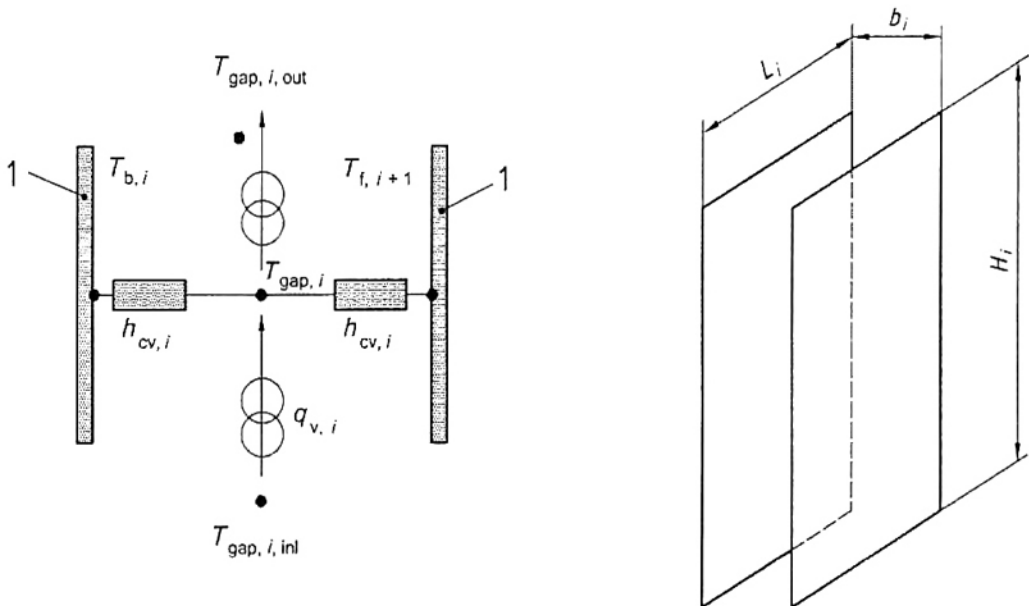
$$q_{cv,f,i} = 2h_{cdv,i}(T_{f,i} - T_{gap,i}) = q_{cv,b,i+1} = 2h_{cdv,i}(T_{gap,i} - T_{b,i+1}) \quad (109)$$

trong đó

- $q_{cv,f,i}$ là cường độ trao đổi nhiệt đối lưu từ bề mặt vào khoang, đơn vị tính W/m^2 ;
- $h_{cdv,i}$ là hệ số trao đổi nhiệt đối lưu từ bề mặt này sang bề mặt khác bằng dẫn nhiệt/đối lưu qua khoang không thông khí, đưa ra bởi công thức trong 5.3, đơn vị $W/m^2.K$;
- $T_{f,i}$ là nhiệt độ bề mặt của lớp (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng) thứ i , mặt khoang thứ i , xem 5.3, đơn vị K;
- $T_{gap,i}$ là nhiệt độ trung bình tương đương của không khí trong khoang thứ i , đưa ra trong công thức (119) bên dưới, đơn vị K;
- $q_{cv,b,i+1}$ là cường độ trao đổi nhiệt đối lưu từ khoang tới bề mặt khác, đơn vị W/m^2 ;
- $T_{b,i+1}$ là nhiệt độ bề mặt của lớp (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng) thứ $i+1$, mặt khoang thứ i , xem 5.3, đơn vị K.

7.4.2.3 Khoang thông khí

Trong khoang thông khí, do không khí di chuyển, làm tăng hệ số trao đổi nhiệt đối lưu (xem Hình 22)



CHÚ DẪN:

- 1 Ô cửa hoặc kết cấu che nắng

Hình 22 – Mô hình nhiệt độ trung bình khí, cửa thoát và các kích thước chính

Hệ số trao đổi nhiệt tăng đưa ra là $h_{cv,j}$:

$$q_{cv,b,i} = h_{cdv,i}(T_{b,i} - T_{gap,i}), \text{ and } q_{cv,f,i+1} = h_{cv,i}(T_{gap,i} - T_{f,i+1}) \quad (110)$$

TCVN 11857:2017

với $h_{cv,i}$ tính theo công thức:

$$h_{cv,i} = 2h_{cv,b,i} + 4V_i \quad (111)$$

trong đó

- $q_{cv,b,i}$ là cường độ trao đổi nhiệt đối lưu từ bề mặt tới khoang, đơn vị W/m^2 ;
- $h_{cv,i}$ là hệ số truyền nhiệt từ bề mặt tới không khí bằng dẫn nhiệt/đối lưu qua khoang thông khí, đưa ra bởi công thức (111), đơn vị $W/m^2.K$;
- $q_{cv,f,i+1}$ là cường độ trao đổi nhiệt đối lưu từ khoang tới bề mặt khác, đơn vị W/m^2 ;
- $h_{cdv,i}$ là hệ số trao đổi nhiệt đối lưu từ bề mặt này sang bề mặt khác bằng dẫn nhiệt/đối lưu qua khoang không thông khí, đưa ra bởi công thức trong 5.3, đơn vị $W/m^2.K$;
- V_i là vận tốc không khí trung bình trong khoang, xem 7.4.4, đơn vị m/s .

và với (tương tự như đối với trường hợp không thông khí):

- $T_{gap,i}$ là nhiệt độ trung bình tương đương của không khí trong khoang thứ i , đưa ra trong công thức (119) bên dưới, đơn vị K ;
- $T_{h,i}$ là nhiệt độ bề mặt của lớp (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng) thứ i , mặt khoang thứ i , xem 5.3, đơn vị K ;
- $T_{f,i+1}$ là nhiệt độ bề mặt của lớp (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng) thứ $i+1$, mặt khoang thứ i , xem 5.3, đơn vị K .

Với vận tốc bằng không, các công thức của khoang thông khí giảm xuống như công thức trong trường hợp không thông khí.

Do thông khí, cần đưa thêm một đại lượng vào phương trình cân bằng nhiệt của khoang đưa ra trong 5.3:

$$q_{vl,i} = \rho_i \times c_p \times \varphi_{vl,i} (T_{gap,i,inl} - T_{gap,i,out}) / (H_i L_i) \quad (112)$$

Công thức (114) đến (117) được xây dựng theo cách như vậy nhằm thỏa mãn phương trình cân bằng năng lượng sau đây:

$$q_{vl,i} = q_{cv,b,i} + q_{cv,f,i+1} \quad (113)$$

trong đó

- $q_{vl,i}$ là cường độ truyền nhiệt vào khoang bởi lỗ thông khí, đơn vị W/m^2 ;
- ρ_i là khối lượng riêng của khí trong khoang k ở nhiệt độ $T_{gap,i}$, đơn vị kg/m^3 ;
- c_p là nhiệt dung riêng của khí, đơn vị $J/kg.K$ (trong trường hợp này là 1008);
- $\varphi_{vl,i}$ là lưu lượng dòng khí trong khoang thứ i , đơn vị m^3/s , xem 7.4.4 ;
- $T_{gap,i,inl}$ là nhiệt độ tại cửa vào khoang khí, đơn vị K .

Cường độ truyền nhiệt được chuẩn hóa trên diện tích khe hở là $1m^2$.

Giá trị $T_{gap,i,inl}$ phụ thuộc vào nguồn gốc môi trường không khí: hoặc nhiệt độ không khí bên trong hay bên ngoài $T_{gap,k,out}$ của khoang thứ k với sự trao đổi khí khoang thứ i ;

- $T_{gap,i,out}$ là nhiệt độ tại cửa ra của khoang khí, xem công thức (114), đơn vị K;
 L_i là chiều dài của khoang thứ i , tính bằng m, xem Hình 22;
 H_i là chiều cao của khoang thứ i , tính bằng m, xem Hình 22.

7.4.2.4 Truyền nhiệt vào môi trường bên trong

Truyền nhiệt vào môi trường bên trong phải được bổ sung theo cách tương tự như đại lượng $q_{vl,k}$ cho sự truyền nhiệt bởi sự thông khí của không khí từ khoang thứ k .

Theo quy ước từ Điều 5, với $i = n$ ứng với môi trường bên trong, cho tất cả các khoang k với dòng không khí đi vào môi trường bên trong, n :

$$q_{vl,n} = \sum_i \rho_i \cdot c_p \cdot \varphi_{vl,i} (T_{gap,i,out} - T_{ai,n}) / (H_i \times L_i) \quad (114)$$

Cường độ truyền nhiệt được chuẩn hóa trên diện tích khe hở là 1m^2 .

trong đó

- ρ_i là khối lượng riêng của khí trong khoang i ở nhiệt độ $T_{gap,i}$, đơn vị kg/m^3 ;
 c_p là nhiệt dung riêng của khí, đơn vị J/kg.K (trong trường hợp này là 1008);
 $\varphi_{vl,i}$ là lưu lượng dòng khí trong khoang thứ i , đơn vị m^3/s , xem 7.4.4;
 $T_{gap,i,out}$ là nhiệt độ không khí tại cửa ra khoang khí tại vị trí không khí ra, đơn vị K, xem công thức (116);
 $T_{ai,n}$ là nhiệt độ khí trong nhà, đơn vị K;
 L_i là chiều dài của khoang thứ i , đơn vị m, xem Hình 22;
 H_i là chiều cao của khoang thứ i , đơn vị m, xem Hình 22.

7.4.3 Nhiệt độ trong khoang khí

Giả sử biết trước vận tốc trung bình của không khí trong khoang (xem 7.4.4), các thông số nhiệt độ và dòng nhiệt có thể được tính toán bởi mô hình đơn giản. Do dòng khí qua khoang nên nhiệt độ không khí trong khoang thay đổi theo chiều cao (xem Hình 23).

Các thông số nhiệt độ phụ thuộc vào vận tốc khí trong khoảng không và hệ số truyền nhiệt của cả hai lớp. Các thông số nhiệt độ khí trong khoảng không thứ i được cho bởi:

$$T_{gap,i}(x) = T_{av,i} - (T_{av,i} - T_{gap,i,in}) e^{-x/H_{0,i}} \quad (115)$$

trong đó

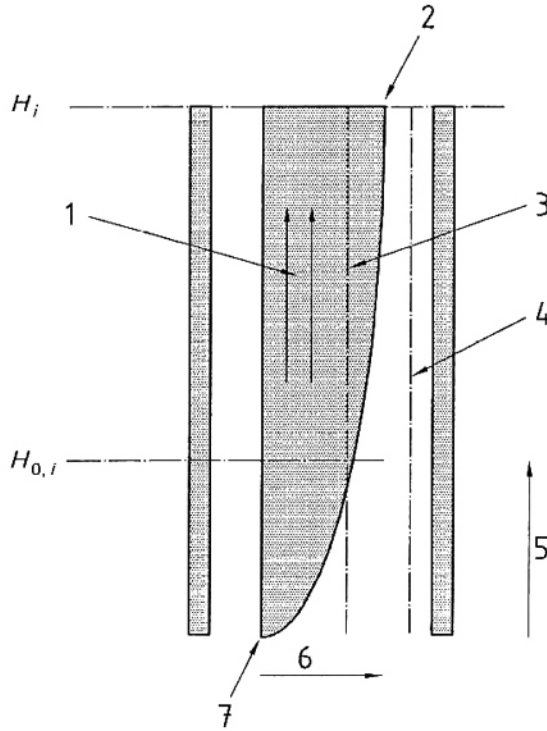
- $T_{gap,i}(x)$ là nhiệt độ khí trong khe hở thứ i tại khoảng cách x tính từ cửa vào, đơn vị K;
 $H_{0,i}$ là chiều cao đặc trưng (độ sâu nhiệt độ xâm nhập), đơn vị m, xem công thức (117);
 $T_{gap,i,in}$ là nhiệt độ của khí vào khe hở thứ i , đơn vị K;
 $T_{av,i}$ là nhiệt độ trung bình của bề mặt lớp thứ i và $i+1$, theo công thức:

$$T_{av,i} = \frac{(T_{b,i} + T_{f,i+1})}{2} \quad (116)$$

trong đó

$T_{b,i}$ là nhiệt độ của bề mặt lớp thứ i (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng), mặt khoang thứ i , đơn vị K, xem 5.3;

$T_{t,i+1}$ là nhiệt độ của bề mặt lớp thứ i (ô cửa, màng phim hoặc kết cấu che nắng), mặt khoang thứ i , đơn vị K, xem 5.3;



CHÚ DẪN:

- | | | | |
|---|----------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Dòng khí, $\varphi_{v,i}$ | 5 | Khoảng cách, x , từ cửa vào |
| 2 | Nhiệt độ khí cửa ra, $T_{gap,t,out}$ | 6 | Nhiệt độ khí, $T_{gap,i}(x)$ |
| 3 | Nhiệt độ trung bình khí, $T_{gap,i}$ | 7 | Nhiệt độ khí cửa vào, $T_{gap,i,inl}$ |
| 4 | Nhiệt độ trung bình bề mặt, $T_{al,i}$ | | |

Hình 23 – Dòng khí trong khe hở của hệ thống cửa sổ

Chiều cao đặc trưng của các thông số nhiệt độ được xác định bởi:

$$H_{0,i} = \frac{\rho_i \times c_p \times b_i}{2h_{cvl,i}} \times V_i \quad (117)$$

trong đó

$H_{0,i}$ là chiều cao đặc trưng (độ sâu nhiệt độ xâm nhập), đơn vị m;

ρ_i là khối lượng riêng của khí trong khoang i ở nhiệt độ $T_{gap,i}$, đơn vị kg/m^3 ;

c_p là nhiệt dung riêng của khí, đơn vị $J/kg.K$ (trong trường hợp này là 1008);

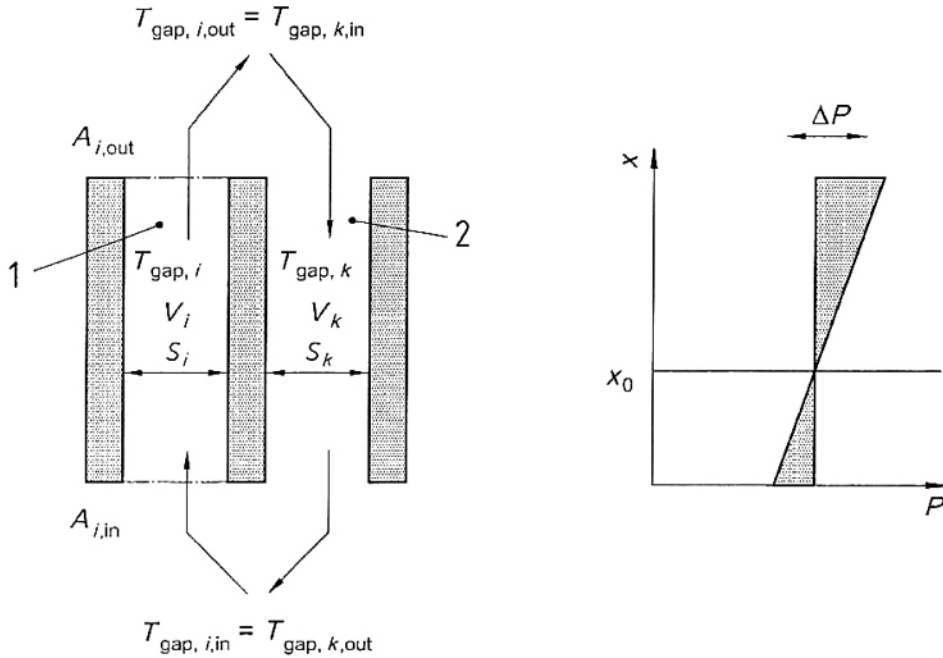
b_i là chiều rộng của khoang thứ i , đơn vị m;

Việc trao đổi nhiệt bằng cách thông khí giữa kết cấu che nắng và lớp tiếp theo (ô cửa) có thể được mô tả trên cơ sở một giá trị dòng khí hoặc vận tốc phù hợp. Giá trị phù hợp được xác định trên cơ sở thực nghiệm hoặc tính toán [mô hình tính toán động lực chất lưu (CFD)].

Đối với các tính toán thiết kế bảo toàn, có thể xử lý dòng khí trong khoang như đối lưu cưỡng bức (xem 7.4.4.1), với giá trị vận tốc khí V_i được thiết lập ở các giá trị cực cao và cực thấp, do đó đưa ra hai giá trị tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời.

7.4.4.3 Thông khí bằng nhiệt

Vận tốc khí trong khoảng không, gây ra bởi hiệu ứng ống khói phụ thuộc vào sự chênh lệch áp suất và độ cản trở dòng khí qua lỗ mở và khoảng không (xem Hình 24).



CHÚ DẪN: 1 Khoảng không, *i* 2 Khoảng không, *k*

Hình 24 – Sơ đồ thể hiện hiệu ứng ống khói

CHÚ THÍCH: Chiều cao của vùng trung hòa x_0 phụ thuộc vào độ cản trở dòng của lỗ hở đầu ra và đầu vào. Vận tốc khí được biết bằng cách giải hệ phương trình đưa ra trong 7.4.4.

Sự chênh lệch áp suất từ sự chênh lệch nhiệt độ giữa khoảng không *j* và khoảng không kết nối *k*, là không khí bên ngoài, không khí bên trong hoặc một khoảng không khác. Các thông số nhiệt độ trong khoảng không đại diện bởi nhiệt độ đương lượng nhiệt [công thức (119)]. Sự chênh lệch áp suất ΔP_T có thể được viết xấp xỉ là:

$$\Delta P_{T,i,k} = \rho_0 \times T_0 \times g \times H_i \times |\cos \gamma_i| \times \frac{(T_{gap,i} - T_{gap,k})}{(T_{gap,i} \times T_{gap,k})} \tag{121}$$

$h_{cv,i}$ là hệ số truyền nhiệt của khoang thông khí, đơn vị $W/m^2.K$, xem công thức (111);

V_i là vận tốc trung bình dòng khí trong khoang thứ i , đơn vị m/s , xem 7.4.4.

Nhiệt độ khí ra được tính bởi:

$$T_{gap,i,out} = T_{av,i} - (T_{av,i} - T_{gap,i,inl}) e^{-H_i/H_{0,i}} \quad (118)$$

trong đó

$T_{gap,i,out}$ là nhiệt độ khí tại cửa ra của khe hở thứ i , đơn vị K ;

$T_{av,i}$ là nhiệt độ trung bình của bề mặt lớp thứ i và $i+1$, đơn vị K , theo công thức (116);

$T_{gap,i,inl}$ là nhiệt độ của khí vào khoang thứ i , đơn vị K ;

$H_{0,i}$ là chiều cao đặc trưng (độ sâu nhiệt độ xâm nhập), đơn vị m ;

H_i là chiều cao của khoảng không thứ i , đơn vị m ;

Nhiệt độ đương lượng nhiệt (trung bình) của khí trong khoảng không thứ i được xác định bởi:

$$T_{gap,i} = \frac{1}{H_i} \int_0^H T_{gap,i}(x) \times dx = T_{av,i} - \frac{H_{0,i}}{H_i} (T_{gap,i,out} - T_{gap,i,inl}) \quad (119)$$

trong đó

$T_{gap,i}$ là nhiệt độ trung bình tương đương của khí trong khoang thứ i , đơn vị K ;

$T_{av,i}$ là nhiệt độ trung bình của bề mặt lớp thứ i và $i+1$, theo công thức (116), đơn vị K ;

$H_{0,i}$ là chiều cao đặc trưng (độ sâu nhiệt độ xâm nhập), theo công thức (117), đơn vị m ;

H_i là chiều cao của khoảng không thứ i , đơn vị m ;

$T_{gap,i,out}$ là nhiệt độ khí tại cửa ra của khe hở thứ i , đơn vị K ;

$T_{gap,i,inl}$ là nhiệt độ của khí vào khoang thứ i , đơn vị K .

7.4.4 Dòng khí và vận tốc khí

7.4.4.1 Thông khí cưỡng bức

Nếu dòng khí trong lớp khí có giá trị đã biết (ví dụ do thông khí cơ học), sẽ áp dụng các công thức đưa ra trong 7.4.2 và 7.4.3, với vận tốc khí (m/s) được tính bởi:

$$V_i = \frac{\varphi_{vl,i}}{b_i \times L_i} \quad (120)$$

trong đó

V_i là vận tốc trung bình của dòng khí trong khoang thứ i , đơn vị m/s ;

$\varphi_{vl,i}$ là lưu lượng dòng khí trong khoang thứ i , đơn vị m^3/s ;

b_i là chiều rộng của khoang thứ i , đơn vị m ;

L_i là chiều dài của khoang thứ i , đơn vị m , xem Hình 22;

CHÚ THÍCH: $\varphi_{vl,i}$ là tốc độ dòng khí trong toàn bộ diện tích.

7.4.4.2 Thông khí bằng gió

Đối với các kết cấu che nắng bên ngoài, thông khí bởi nhiệt được kết hợp với thông khí bởi gió.

trong đó

- $\Delta P_{T,i,k}$ là chênh lệch áp suất giữa khoảng không thứ i và khoảng không thứ k , đơn vị Pa;
- ρ_0 là khối lượng riêng của khí ở nhiệt độ T_0 , đơn vị kg/m^3 ;
- T_0 là nhiệt độ tham chiếu, ví dụ $T_0 = 283\text{K}$;
- g là gia tốc trọng trường $= 9,81 \text{ m/s}^2$;
- γ_i là góc nghiêng của khoảng không thứ i so với phương thẳng đứng, đơn vị độ;
- H_i là chiều cao của khoảng không thứ i (tương tự với khoảng không thứ k), đơn vị m;
- $T_{\text{gap},i}$ là nhiệt độ đương lượng (trung bình) của khí trong khoảng không thứ i , xem công thức (119), đơn vị K;
- $T_{\text{gap},k}$ là nhiệt độ đương lượng của khí trong khoảng không kết nối, có thể là khoang k hoặc môi trường bên trong hay bên ngoài, đơn vị K;

Dòng khí trong khoảng không được mô tả như dòng chảy trong ống. Do đó, các ảnh hưởng sau đây được đưa vào tính toán.

Số gia của vận tốc khí V (Phương trình Bernoulli):

$$\Delta P_{B,i} = \frac{\rho_i}{2} V_i^2 \quad (122)$$

Dòng chảy tầng ổn định (luật Hagen-Poiseuille):

$$\Delta P_{HP,i} = 12 \cdot \mu_i \cdot \frac{H_i}{b_i^2} V_i \quad (123)$$

Tổn thất áp suất tại khe hở cửa vào và cửa ra:

$$\Delta P_{Z,i} = \frac{\rho_i}{2} \cdot V_i^2 (Z_{\text{in},i} + Z_{\text{out},i}) \quad (124)$$

trong đó

- $\Delta P_{B,i}$ là tổn thất áp suất Bernoulli trong khoảng không thứ i , đơn vị Pa;
- ρ_i là khối lượng riêng của khí trong khoang i ở nhiệt độ $T_{\text{gap},i}$, đơn vị kg/m^3 ;
- V_i là vận tốc trung bình của dòng khí trong khoang thứ i , được tính theo công thức (120), đơn vị m/s (tương tự với k);
- $\Delta P_{HP,i}$ là tổn thất áp suất Hagen-Poiseuille trong khoảng không thứ i , đơn vị Pa;
- μ_i là độ nhớt động học của khí tại nhiệt độ $T_{\text{gap},i}$, đơn vị Pa.s;
- H_i là chiều cao của khoảng không thứ i , đơn vị m;
- b_i là chiều rộng của khoang thứ i , đơn vị m.
- Z_i là hệ số tổn thất áp suất Z của khoang thứ i , theo công thức (126) và (127).

Áp dụng công thức tương tự với khoảng không thứ k , trong đó $V_k = V_i \cdot b_i / b_k$.

Nếu khoảng không k là bên ngoài hoặc bên trong, thì giả định $V_k = 0$, trong trường hợp mà tổn thất áp suất $\Delta P_{B,k}$ và $\Delta P_{HP,k}$ cũng như $\Delta P_{Z,k}$ là không, trong đó

$\Delta P_{Z,i,k}$ là tổn thất áp suất giữa khoảng không thứ i và k , đơn vị Pa.

Tổng tổn thất áp suất sẽ bằng chênh lệch áp suất và tìm được vận tốc V_i và V_k bằng cách giải phương trình sau:

$$\Delta P_{T,i,k} = \Delta P_{B,i} + \Delta P_{HP,i} + \Delta P_{Z,i} + \Delta P_{Z,k} + \Delta P_{B,k} + \Delta P_{HP,k} \tag{125}$$

trong đó

$\Delta P_{T,i,k}$ là chênh lệch áp suất giữa khoảng không thứ i và thứ k , theo công thức (121), đơn vị Pa;

$\Delta P_{B,i}$ là tổn thất áp suất Bernouilli trong khoảng không thứ i , theo công thức (122), đơn vị Pa;

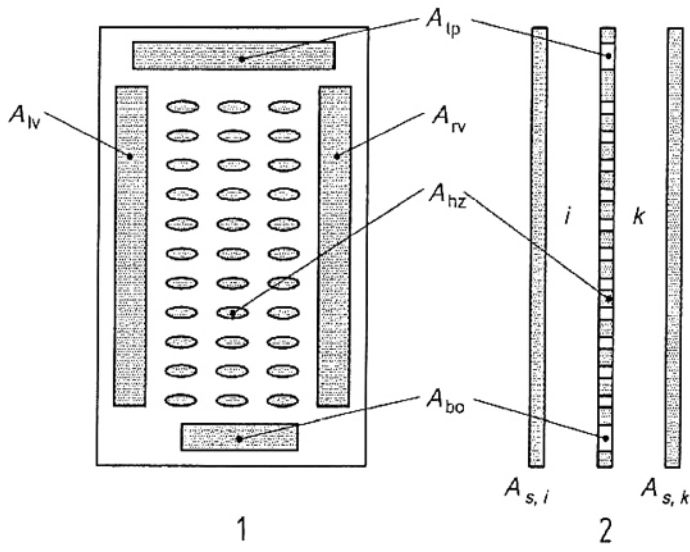
$\Delta P_{HP,i}$ là tổn thất áp suất Hagen-Poiseuille trong khoảng không thứ i , theo công thức (123), đơn vị Pa;

$\Delta P_{Z,i}$ là tổn thất áp suất Z tại đầu vào và đầu ra của khoảng không thứ i , theo công thức (124), đơn vị Pa;

$\Delta P_{Z,k}$ tương tự như $\Delta P_{Z,i}$ nhưng cho khoảng không thứ k ;

$\Delta P_{B,k}$ là tổn thất áp suất Bernouilli trong khoảng không thứ k , theo công thức (122), đơn vị Pa;

$\Delta P_{HP,k}$ là tổn thất áp suất Hagen-Poiseuille trong khoảng không thứ k , theo công thức (123), đơn vị Pa;



CHÚ DẪN: 1 Hình chiếu đứng 2 Hình chiếu cạnh

Hình 25 – Khe hở trong khoang được thông khí

Hệ số tổn thất áp suất (Z) cho các khe hở có thể được ước tính từ tỷ lệ diện tích tương đương của một khe hở A_{eq} tới mặt cắt ngang của khoang không A_s (xem Hình 25).

$$Z_{inl} = \left(\frac{A_{s,i}}{0,6 \times A_{eq,inl,i}} - 1 \right)^2 \tag{126}$$

và

$$Z_{out} = \left(\frac{A_{s,i}}{0,6 \times A_{eq,out,i}} - 1 \right)^2 \quad (127)$$

trong đó

$A_{s,i}$ là diện tích mặt cắt ngang của khoang thứ i ; $A_{s,i} = b_i L_i$, đơn vị m^2 ;

b_i là chiều rộng của khoang thứ i , đơn vị m ;

L_i là chiều dài của khoang thứ i , đơn vị m ;

$A_{eq,in,i}$ là diện tích khe hở đầu vào tương đương của khoang không thứ i , theo công thức (128) hoặc (129), đơn vị m^2 ;

$A_{eq,out,i}$ là diện tích khe hở đầu ra tương đương của khoang không thứ i , theo công thức (128) hoặc (129), đơn vị m^2 ;

Nếu nhiệt độ $T_{gap,i}$ ($T_{gap,k}$) của khoang không i (k) là cao hơn nhiệt độ của khoang không kết nối k (i):

$$\begin{aligned} A_{eq,in,i} &= A_{bo} + \frac{1}{2} \frac{A_{tp}}{A_{bo} + A_{tp}} (A_{lf} + A_{rt} + A_{ho}) \\ A_{eq,out} &= A_{tp} + \frac{1}{2} \frac{A_{bo}}{A_{bo} + A_{tp}} (A_{lf} + A_{rt} + A_{ho}) \end{aligned} \quad (128)$$

nếu không thì

$$\begin{aligned} A_{eq,out} &= A_{bo} + \frac{1}{2} \frac{A_{tp}}{A_{bo} + A_{tp}} (A_{lf} + A_{rt} + A_{ho}) \\ A_{eq,in,i} &= A_{tp} + \frac{1}{2} \frac{A_{bo}}{A_{bo} + A_{tp}} (A_{lf} + A_{rt} + A_{ho}) \end{aligned} \quad (129)$$

trong đó

A_s là diện tích cắt ngang của khoang không, đơn vị m^2 ;

A_{bo} là diện tích của phần đáy khe hở, đơn vị m^2 ;

A_{tp} là diện tích của phần đỉnh khe hở, đơn vị m^2 ;

A_{lf} là diện tích của mặt bên trái khe hở, đơn vị m^2 ;

A_{rt} là diện tích của mặt bên phải khe hở, đơn vị m^2 ;

A_{ho} là tổng diện tích của các lỗ trong bề mặt (lỗ phân bố đồng nhất), đơn vị m^2 .

Giả định rằng lỗ mặt bên được phân bố đều từ trên xuống dưới.

Tất cả các diện tích này là tổng diện tích dòng khí qua cửa sổ (nghĩa là không chuẩn hóa).

7.4.5 Khoang chứa đầy khí tuần hoàn

Trong trường hợp khoang kín có chứa một hỗn hợp khí và các thành phần khác của hệ thống cửa, ví dụ như kết hợp với tấm che, thì hỗn hợp khí có thể đi từ bên này của thành phần (tấm che) đến bên kia. Trong trường hợp đó, công thức đưa ra ở trên vẫn có hiệu lực, nếu "không khí" được thay bằng "hỗn hợp khí", thì thay thế tính chất tương ứng của hỗn hợp khí đó.

7.4.6 Tính thấm khí của kết cấu che nắng loại thanh

Tính thấm khí của kết cấu che nắng loại thanh có thể được mô tả bằng cách sử dụng giá trị phù hợp với tính thấm khí tương đương của bề mặt, A_{ho} . Giá trị phù hợp được xác định trên cơ sở thực nghiệm hoặc tính toán [mô hình tính toán động lực học chất lưu (CFD)].

Đối với các tính toán thiết kế bảo toàn, giá trị độ thấm khí tương đương của bề mặt, A_{ho} , có thể thiết lập ở các giá trị cực thấp và cực cao, do vậy cần đưa ra hai giá trị của tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời.

7.5 Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời và độ truyền nhiệt

Độ truyền nhiệt, U , và tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời, τ_s , được tính tương ứng qua công thức (2) và (14), áp dụng các biến đổi công thức trong 5.2 như đưa ra trong 7.2.

8 Điều kiện biên

8.1 Qui định chung

Các tính chất nhiệt khác nhau có thể được xác định bằng cách sử dụng phương pháp tính toán tiêu chuẩn nhưng mỗi cái cũng sẽ bị ảnh hưởng ở một mức độ nào đó, bởi các điều kiện biên mà sản phẩm tiếp xúc, nghĩa là điều kiện môi trường.

Các điều kiện biên bao gồm:

- Nhiệt độ không khí bên trong và bên ngoài, tương ứng là T_{int} và T_{ex} ;
- Các hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bề mặt bên trong và bên ngoài, tương ứng là $h_{cv,int}$ và $h_{cv,ex}$;
- Phân bố quang phổ bức xạ năng lượng mặt trời, $E(\lambda_w)$, và hàm số mô tả độ nhạy sáng của mắt, $R(\lambda_w)$. Cả $E(\lambda_w)$ và $R(\lambda_w)$ bao gồm một hệ hàm số các giá trị được liệt kê cho mỗi bộ giá trị bước sóng rời rạc. Các hàm giá trị tại bước sóng trung gian có thể được xác định bằng cách nội suy tuyến tính;
- Bức xạ sóng dài trên bề mặt kính bên ngoài và bên trong, tương ứng là $G_{g,ex}$ và $G_{g,int}$, cũng như bức xạ sóng dài ở các bề mặt khung cửa bên ngoài và bên trong, tương ứng là $G_{f,ex}$ và $G_{f,int}$. Giả định rằng bức xạ sóng dài bên ngoài phụ thuộc vào độ quang mây trên bầu trời, f_{clr} .

8.2 Điều kiện biên tham chiếu

8.2.1 Yêu cầu chung

Trừ khi đưa ra bộ điều kiện biên cụ thể (ví dụ, để phù hợp với điều kiện thử nghiệm, điều kiện thực tế hoặc đáp ứng một tiêu chuẩn quốc gia), sử dụng các điều kiện biên tiêu chuẩn sau đây. Trong mỗi trường hợp quang phổ dưới đây sẽ được sử dụng

$E_s(\lambda_w) = \text{ISO 9845-1}$ (quang phổ bức xạ mặt trời hình bán cầu được lập bảng theo giá trị N_s của λ_w);

$E_v(\lambda_w) = \text{ISO/CIE 10526}$ (độ rọi màu được lập bảng theo giá trị N_{sv} của λ_w);

$R(\lambda_w) = \text{ISO/CIE 10527}$ (độ nhạy quang cho góc quan sát 2° được lập bảng theo giá trị N_v của λ_w).

8.2.2 Điều kiện mùa đông

$$T_{int} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{ex} = 0^\circ\text{C}$$

$$h_{cv,int} = 3,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$h_{cv,ex} = 20 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$T_{r,m} = T_{ex}$$

8.2.3 Điều kiện mùa hè

$$T_{int} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{ex} = 30^\circ\text{C}$$

$$h_{cv,int} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$h_{cv,ex} = 8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$T_{r,m} = T_{ex}$$

$$I_s = 500 \text{ W}/\text{m}^2$$

8.3 Trao đổi nhiệt đối lưu

8.3.1 Qui định chung

Trao đổi nhiệt đối lưu là sự truyền năng lượng giữa một bề mặt và một chất lưu chuyển động. Nhiệt được truyền bằng đối lưu tự nhiên (ví dụ, đối lưu do gradient nhiệt độ) khi vận tốc không khí là đủ nhỏ (nghĩa là, nhỏ hơn 0,3 m/s). Còn nhiệt được truyền bởi đối lưu cưỡng bức và hỗn hợp trong trường hợp vận tốc không khí trên 0,3 m/s. Việc xác định độ chính xác của trao đổi nhiệt đối lưu trên đường biên cả bề mặt bên trong và bên ngoài là cực kỳ khó khăn và chỉ có thể được thực hiện bằng cách đo đạc cẩn thận và mô phỏng trên máy tính. Vì những lý do này, các tương quan hệ số truyền nhiệt bề mặt đã được phát triển và đưa ra trong 8.3.2 và 8.3.3.

8.3.2 Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu – phía bên trong

8.3.2.1 Qui định chung

Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bên trong chủ yếu xảy ra bởi đối lưu tự nhiên, và hiếm khi bởi đối lưu hỗn hợp và cưỡng bức. Điều kiện biên tiêu chuẩn giả định là đối lưu tự nhiên phía bên trong. Cường độ dòng nhiệt đối lưu tại đường biên phía bên trong được định nghĩa là:

$$q_{cv,in} = h_{cv,in} (T_{s,in} - T_{in}) \quad (130)$$

trong đó $T_{s,tn}$ là nhiệt độ của bề mặt bên trong hệ thống cửa [nghĩa là, $T_{b,n}$ (nhiệt độ của bề mặt kính bên trong) hoặc nhiệt độ của bề mặt khung cửa bên trong]. Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu, $h_{cv,int}$ xác định từ mối tương quan truyền nhiệt đưa ra trong 8.3.2.2.

8.3.2.2 Trao đổi nhiệt do đối lưu tự nhiên

Hệ số trao đổi nhiệt do đối lưu tự nhiên cho mặt bên trong, $h_{cv,int}$, được xác định theo số Nusselt, Nu .

$$h_{cv,int} = Nu \left(\frac{\lambda}{H} \right) \quad (131)$$

trong đó λ là hệ số dẫn nhiệt của không khí.

Nu được tính như một hàm của số Rayleigh tương ứng dựa trên chiều cao (H) của hệ thống cửa sổ, Ra_H .

$$Ra_H = \frac{\rho^2 H^3 g C_p |T_{b,n} - T_{int}|}{T_{m,f} \mu \lambda} \quad (132)$$

Trong đó tính chất của chất lưu khác nhau là của không khí được đánh giá ở nhiệt độ trung bình màng phim:

$$T_{m,f} = T_{int} + \frac{1}{4} (T_{b,n} - T_{int}) \quad (133)$$

Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bề mặt bên trong là một hàm số của nhiệt độ bề mặt lớp kính bên trong ($T_{b,n}$) đối với trường hợp đối lưu tự nhiên thì cần cập nhật giá trị $h_{cv,int}$, làm cơ sở thu được của mô hình truyền nhiệt phần diện tích kính.

Mỗi công thức (134) đến (139) sau gắn liền với một giá trị cụ thể, hoặc một dải, ở góc nghiêng, γ . Việc phân loại này, là một hàm số của γ , được dựa trên giả định rằng môi trường bên trong là ấm hơn bề mặt kính bên trong (nghĩa là, $T_{int} > T_{b,n}$). Trường hợp ngược lại ($T_{int} < T_{b,n}$) cần xác định mối tương quan thích hợp trên cơ sở góc nghiêng bù, $180^\circ - \gamma$, thay cho γ , và sau đó thay thế $180^\circ - \gamma$ cho γ khi thực hiện tính toán.

- a) Cửa sổ nghiêng từ 0° tới 15° ($0^\circ \leq \gamma < 15^\circ$)

$$Nu_{int} = 0,13 Ra_H^{1/3} \quad (134)$$

- b) Cửa sổ nghiêng từ 15° tới 90° ($15^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$)

$$Nu_{int} = 0,56 (Ra_H \sin \gamma)^{1/4}; Ra_H \leq Ra_{cv} \quad (135)$$

$$Nu_{int} = 0,13 (Ra_H^{1/3} - Ra_{cv}^{1/3}) + 0,56 (Ra_{cv} \sin \gamma)^{1/4}; Ra_H > Ra_{cv} \quad (136)$$

$$Ra_{cv} = 2,5 \times 10^5 \left(\frac{e^{0,72\gamma}}{\sin \gamma} \right)^{1/5} \quad \gamma \text{ theo độ} \quad (137)$$

- c) Cửa sổ nghiêng từ 90° tới 179° ($90^\circ < \gamma \leq 179^\circ$)

$$Nu_{int} = 0,56(Ra_H \sin \gamma)^{1/4}; 10^5 \leq Ra_H \sin \gamma < 10^{11} \quad (138)$$

d) Cửa sổ nghiêng từ 179° tới 180° ($179^\circ < \gamma \leq 180^\circ$)

$$Nu_{int} = 0,58Ra_H^{1/5}; Ra_H \leq 10^{11} \quad (139)$$

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết về hệ số trao đổi nhiệt đối lưu của không khí tĩnh xem tài liệu [27].

8.3.2.3 Đối lưu cưỡng bức (tại độ nghiêng bất kỳ)

Sử dụng các mối quan hệ sau đây cho các trường hợp dòng khí cưỡng bức ở phía bên trong hệ thống cửa.

$$h_{cv,int} = 4 + 4V_s \quad (140)$$

trong đó V_s là vận tốc dòng khí tự do gần bề mặt cửa, đơn vị m/s.

CHÚ THÍCH: Công thức (140) được lấy từ ISO 6946 [37].

8.3.3 Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu – phía bên ngoài

8.3.3.1 Qui định chung

Sự trao đổi nhiệt đối lưu phía bên ngoài chủ yếu xảy ra bởi sự đối lưu cưỡng bức. Đối với trường hợp xảy ra đối lưu tự nhiên, xem 8.3.3.5. Cường độ dòng nhiệt đối lưu tại đường biên bên ngoài được định nghĩa là:

$$q_{cv,ex} = h_{cv,ex} (T_{s,ex} - T_{ex}) \quad (141)$$

trong đó $T_{s,ex}$ là nhiệt độ của bề mặt bên ngoài hệ thống cửa (nghĩa là T_f hay nhiệt độ bề mặt khung bên ngoài).

8.3.3.2 Các ứng dụng khác nhau

Có hai ứng dụng khác nhau cần phải xem xét đến mối tương quan hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bên ngoài hệ thống cửa:

- So sánh (xếp hạng) sản phẩm cửa, xem 8.3.3.3;
- Phân tích năng lượng thường niên đối với thành phần hệ thống cửa trong tòa nhà thực tế (phân tích hiện trạng), xem 8.3.3.4.

8.3.3.3 Tương quan hệ số trao đổi nhiệt đối lưu để so sánh hoặc đánh giá sản phẩm

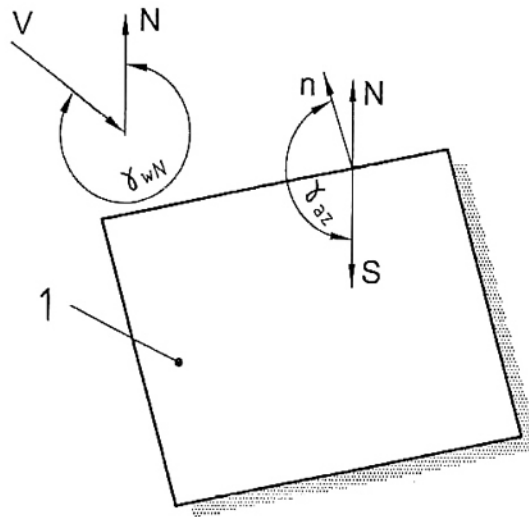
Sử dụng các mối quan hệ sau đây cho đối lưu cưỡng bức ở phía bên ngoài hệ thống cửa:

$$h_{cv,ex} = 4 + 4V_s \quad (142)$$

8.3.3.4 Phân tích năng lượng thường niên với thành phần hệ thống cửa trong tòa nhà thực tế

Cửa sổ là yếu tố chính trong tổng hiệu suất năng lượng của tòa nhà thực tế. Để có thể ước lượng sự đóng góp vào cân bằng nhiệt lượng của một tòa nhà, cần thiết phải xác định các đặc tính truyền nhiệt của kính như là một hàm số với biến khí hậu khác nhau. Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức ở bên ngoài tòa nhà xảy ra giữa các bề mặt tòa nhà và không khí xung quanh ở một tốc độ xác định bởi nhiều yếu tố. Bao gồm sự chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và không khí, tốc độ và hướng chuyển động không khí (gió) trên tòa nhà, hình dạng và độ nhám của bề mặt tòa nhà. Do các yếu tố đó thay đổi nhiều, nên sự phân tích chính xác về mặt toán học của hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bề mặt bên ngoài là điều không thể vào thời điểm này do những khó khăn trong việc xác định các bề mặt bên ngoài và sự biến động về điều kiện gió cao.

CHÚ THÍCH: Thông tin chi tiết về quy trình này, xem tài liệu [28]. Các mối tương quan dựa trên các thực nghiệm tòa nhà đưa ra trong tài liệu [29].



CHÚ DẪN:

1	Tòa nhà	γ_{az}	Góc phương vị tường (độ dương nếu hướng tây nam và độ âm nếu hướng đông)
n	Hướng pháp tuyến với tường	N	Cực bắc
$\gamma_{w,N}$	Hướng gió (góc đo theo chiều kim đồng hồ từ phía bắc)	S	Cực nam

Hình 26 – Xác định hướng gió và góc phương vị tường

Quy trình tính toán:

$$h_{cv,ex} = 4,7 + 7,6 V_s \tag{143}$$

trong đó

nếu bề mặt đón gió:

$$V_s = 0,25 V; V > 2 \text{ m/s} \tag{144}$$

$$V_s = 0,5; V \leq 2 \text{ m/s} \quad (145)$$

trong đó V là vận tốc gió đo ở độ cao 10m so với mặt đất và V_s là vận tốc dòng khí tự do gần bề mặt hệ thống cửa;

nếu bề mặt khuất gió:

$$V_s = 0,3 + 0,05 V \quad (146)$$

Để xác định bề mặt đón gió hay khuất gió, tính toán hướng gió, γ_w , tương quan với bề mặt tường (xem hình 26):

$$\gamma_w = \gamma_{az} + 180^\circ - \gamma_{wN} \quad (147)$$

nếu $|\gamma_w| > 180^\circ$, thì $\gamma_w = 360^\circ - |\gamma_w|$

nếu $-45^\circ \leq |\gamma_w| \leq 45^\circ$, thì bề mặt là đón gió, ngược lại bề mặt là khuất gió.

8.3.3.5 Trao đổi nhiệt do đối lưu tự nhiên

Hệ số trao đổi nhiệt do đối lưu tự nhiên phía bên ngoài, $h_{cv,ex}$, được xác định theo số Nusselt, Nu .

$$h_{cv,ex} = Nu \left(\frac{\lambda}{H} \right) \quad (148)$$

trong đó λ là hệ số dẫn nhiệt của khí.

Nu được tính như hàm của số Rayleigh tương ứng dựa trên chiều cao (H) của kính, Ra_H .

$$Ra_H = \frac{\rho^2 H^3 g C_p |T_{s,ex} - T_{ex}|}{T_{m,f} \mu \lambda} \quad (149)$$

Trường hợp tinh chất lưu chất khác nhau là của không khí thì đánh giá ở nhiệt độ trung bình màng:

$$T_{m,f} = T_{ex} + \frac{1}{4} (T_{s,ex} - T_{ex}) \quad (150)$$

Mối tương quan để xác định hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bên ngoài giống như xác định ở bên trong được thể hiện trong 8.3.2.1. Các góc nghiêng γ cần phải thay thế bằng góc bù là $180^\circ - \gamma$.

CHÚ THÍCH: Xem thêm thông tin trong tài liệu [27].

8.4 Truyền nhiệt bức xạ sóng dài

8.4.1 Nhiệt độ bức xạ trung bình

Nhiệt độ bức xạ trung bình bên ngoài sẽ phụ thuộc vào việc ứng dụng, đó là đối với phân tích hiện trạng hay để so sánh và xếp hạng sản phẩm (nghĩa là, điều kiện phòng thí nghiệm được kiểm soát). Đối với phân tích hiện trạng, bức xạ bên ngoài có thể được xác định thông qua việc sử dụng của nhiệt độ bức xạ trung bình, $T_{m,ex}$:

$$E_{ex} = \sigma T_{rm,ex}^4 \quad (151)$$

Giả định rằng các bề mặt hệ thống cửa phía ngoài được bức xạ bởi bề mặt bên ngoài và bầu trời gồm hai phần, là phần nhiều mây và quang đăng. Bầu trời nhiều mây coi như bề mặt khép kín rộng lớn ở nhiệt độ không khí bên ngoài. Giá trị nhiệt độ bức xạ trung bình bên ngoài có thể được định nghĩa là:

$$T_{rm,ex} = \left(\frac{(F_{gd} + (1 - f_{clr})F_{sky})\sigma T_{ex}^4 + f_{clr}F_{sy}J_{sky}}{\sigma} \right)^{1/4} \quad (152)$$

trong đó F_{gd} và F_{sky} tương ứng là hệ số nhìn từ bề mặt hệ thống cửa bên ngoài xuống đất (nghĩa là, khu vực phía dưới đường nằm ngang) và bầu trời. Hệ số f_{clr} là phần bầu trời quang đăng.

$$F_{gd} = 1 - F_{sky} \quad (153)$$

$$F_{sky} = \frac{1 + \cos \gamma_{wN}}{2} \quad (154)$$

Nếu độ phát xạ của bầu trời quang đăng (J_{sky}) được biết trước, có thể sử dụng trực tiếp công thức (152).

CHÚ THÍCH: Ngoài ra, nếu không sẵn có dữ liệu bầu trời thực tế, có thể sử dụng các mô hình tham khảo tài liệu [36].

$$J_{sky} = \varepsilon_{sky}\sigma T_{ex}^4 \quad (155)$$

$$\varepsilon_{sky} = \frac{R_{sky}}{\sigma T_{ex}^4} \quad (156)$$

$$R_{sky} = 5,31 \times 10^{-13} T^6 \quad (157)$$

bức xạ bên trong được định nghĩa là:

$$E_{int} = \sigma T_{rm,int}^4 \quad (158)$$

trong đó $T_{rm,int}$ được xác định từ nhiệt độ và hệ số hình dạng của bề mặt xung quanh bên trong.

Thường giả định rằng bề mặt hệ thống cửa bên trong được bức xạ chỉ bởi bề mặt bên trong căn phòng, được coi như bề mặt khép kín rộng lớn ở nhiệt độ không khí bên trong. Bức xạ bên trong sau đó thành:

$$E_{int} = \sigma T_{int}^4 \quad (159)$$

Các quy trình được nêu trong điều khoản này có thể được chuyển đổi để tính toán cho các điều kiện tồn tại trong thiết bị thử nghiệm hộp nóng bằng cách xác định độ bức xạ của các bề mặt mà cửa sổ tiếp xúc và các hệ số hình dạng tương ứng.

8.4.2 Tính toán truyền bức xạ nhiệt chi tiết

8.4.2.1 Qui định chung

Hệ thống cửa có tỷ lệ tổng diện tích bề mặt đường biên dự kiến mặt bên trong/bên ngoài lớn hơn 1,25 được gọi là hệ thống cửa không phẳng. Đối với các hệ thống này, bề mặt hệ thống cửa riêng lẻ (ví dụ, bề mặt khung và mặt dựng kính) là tự bức xạ và giả định rằng phần thân khép kín rộng lớn màu đen, bức xạ ở từng bề mặt cửa có hệ số nhìn bằng 1,0 là không phù hợp. Phân tích này cũng có thể sử dụng cho các thành phần cửa xác định, chẳng hạn như khoang khung cửa và các khoang và rãnh được thông khí.

Cường độ truyền nhiệt bức xạ thực trên đường biên hệ thống cửa, q_r , của các sản phẩm không phẳng được tính toán bằng quy trình nêu trong 8.4.2.2 hoặc các quy trình thay thế trong 8.4.2.3.

8.4.2.2 Hệ số nhìn cấu tử - cấu tử hai chiều dựa trên tính toán truyền nhiệt bức xạ

Thiết lập độ phát xạ cả hai môi trường bên trong và bên ngoài là một.

Mật độ truyền nhiệt bức xạ tại bất kỳ bề mặt "i" là chênh lệch giữa phần bức xạ phát ra và phần bức xạ tới bị hấp thụ. Nhiệt độ bề mặt khác nhau không đáng kể, do vậy sử dụng định luật Kirchhof:

$$q_{r,i} = \varepsilon_i \sigma T_i^4 - \varepsilon_i E_i \quad (160)$$

trong đó E_i là bức xạ tại bề mặt thứ i từ tất cả các bề mặt khác.

$$E_i = \sum_j^N F_{i-j} J_j \quad (161)$$

và F_{i-j} là hệ số nhìn từ bề mặt thứ i đến bề mặt j . Độ bức xạ bề mặt j , J_j , được cho bởi:

$$J_j = \varepsilon_j \sigma T_j^4 + \rho_j E_j \quad (162)$$

Giả sử tất cả các bề mặt có màu xám: $\rho_j = 1 - \gamma_{aj}$. Thay ρ_j và E_j và sử dụng ký hiệu dưới i cho thuận tiện, phương trình (162) trở thành:

$$J_i = \varepsilon_i \sigma T_i^4 + (1 - \varepsilon_i) \sum_{j=1}^N F_{i-j} J_j \quad (163)$$

Công thức (163) thể hiện hệ thống N công thức đại số tuyến tính của N độ bức xạ chưa biết (J_j), được xác định bằng cách giải hệ phương trình này. Hệ phương trình (163) khi thể hiện dưới dạng ma trận trở thành:

$$[C]\{J\} = \{D\} \quad (164)$$

trong đó

$$C_{ij} = \frac{\delta_{ij} - (1 - \varepsilon_i) D_{i-j}}{\varepsilon_i} \quad (165)$$

$$D_i = \sigma T_i^4 \quad (166)$$

TCVN 11857:2017

T_i trong công thức (166) là nhiệt độ đã biết trước từ vòng lặp trước, k , (nghĩa là, $T_i|^{k}$). Đối với vòng lặp đầu tiên, giá trị T_i là giá trị dự đoán ban đầu.

Nhiệt độ được tính toán từ việc lấy các hệ số dẫn nhiệt cho bởi công thức (72), trong khi vận tốc dòng nhiệt thực [xem công thức (160)] được tính theo giá trị J_i từ phương trình (163) và số hạng tuyến tính T_i^4 , bằng cách sử dụng hai số hạng đầu tiên của dãy khai triển Taylor về $T_i|^{k}$.

$$T_i^4 = 4\left(T_i|^{k}\right)^3 T_i|^{k+1} - 3\left(T_i|^{k}\right)^4 \quad (167)$$

Quy trình này được lặp đi lặp lại cho đến khi các điều kiện sau đây được thỏa mãn:

$$\frac{\left\|T|^{k+1}\right\| - \left\|T|^{k}\right\|}{\left\|T|^{k+1}\right\|} \leq tol \quad (168)$$

trong đó tol là dung sai phép toán, thường có giá trị ít hơn 10^{-3} . Ký hiệu $\| \cdot \|$ là giá trị tiêu chuẩn hay căn bình phương trung bình của vector nhiệt độ.

Hệ số nhìn $F_{i,j}$, có thể được tính toán bằng cách sử dụng quy tắc chéo dòng Hottel. Nếu giữa hai bề mặt bức xạ bị chắn bởi một bề mặt thứ ba, thì sẽ bao gồm cả tác động của việc che chắn này.

CHÚ THÍCH: Xem thêm thông tin về các giá trị tiêu chuẩn hay căn bình phương trung bình của vector nhiệt độ, trong tài liệu [30]. Ngoài ra, xem thêm thông tin về các quy tắc chéo dòng, trong tài liệu [26].

8.4.2.3 Phương pháp bức xạ ba chiều đơn giản hóa

Độ truyền nhiệt của sản phẩm không phải giảm vì bản chất tự phản chiếu của cửa sổ. Phương pháp thay thế trình bày tại điều này có thể được sử dụng thay cho phương pháp đa cấu tử quy định trong 8.4.2.2.

Sự phát xạ bề mặt bên trong giảm đi bởi các yếu tố được đưa ra trong công thức (169). Tỷ lệ diện tích bề mặt bên trong và diện tích mặt hở bên trong ký hiệu là A_s/A_p . Diện tích mặt hở (A_p) sẽ tương tự, nhưng ít hơn một chút, các diện tích sản phẩm dự kiến (A_j).

CHÚ THÍCH: Xem chi tiết phương pháp này trong thư mục tài liệu tham khảo [31].

$$F_r = \frac{1}{1 + \varepsilon_g \left(\frac{A_s}{A_p} - 1 \right)} \quad (169)$$

Trong phân tích các phân đoạn kính cửa sổ riêng lẻ, trao đổi bức xạ từ bề mặt kính bên trong hầu như có thể giảm xuống bằng cách thay thế sự giảm bức xạ bề mặt bên trong (ε_{red}) tại vị trí bề mặt phát xạ, $\varepsilon_{b,n}$.

$$\varepsilon_{red} = F_r \varepsilon_{b,n} \quad (170)$$

Tương tự như vậy, trong phân tích khung cửa và phần khung kính trượt, độ phát xạ của bề mặt bên trong cũng giảm sử dụng hệ số F_r .

8.4.3 Tính toán độ truyền bức xạ nhiệt đơn giản hóa

8.4.3.1 Bề mặt bên trong

Tất cả các bề mặt bên trong được biểu thị bằng ký tự bên dưới là $s_{,int}$, bao gồm cả các bề mặt khung cửa. Mặc dù thông thường xem xét độ bức xạ của truyền nhiệt trên các mặt biên kính với số hạng độ bức xạ, như trong 5.3.1, có thể sử dụng các công thức sau để tính toán cường độ truyền nhiệt bức xạ đơn giản hóa trên cả bề mặt kính và khung cửa:

$$q_{r,int} = h_{r,int} (T_{s,int} - T_{rm,int}) \quad (171)$$

trong đó

$$h_{r,int} = \frac{\varepsilon_{s,int} \sigma (T_{s,int}^4 - T_{rm,int}^4)}{T_{s,int} - T_{rm,int}} \quad (172)$$

8.4.3.2 Bề mặt bên ngoài

Tất cả các bề mặt bên ngoài được biểu thị bằng ký tự bên dưới là $s_{,ex}$, bao gồm cả các bề mặt khung cửa. Như các bề mặt bên trong, các bề mặt biên kính bên ngoài thường liên quan tới độ bức xạ, nhưng có thể sử dụng các Công thức sau để tính toán cường độ truyền nhiệt bức xạ đơn giản hóa trên cả bề mặt kính và khung cửa:

$$q_{r,ex} = h_{r,ex} (T_{s,ex} - T_{rm,ex}) \quad (173)$$

trong đó

$$h_{r,ex} = \frac{\varepsilon_{s,ex} \sigma (T_{s,ex}^4 - T_{rm,ex}^4)}{T_{s,ex} - T_{rm,ex}} \quad (174)$$

8.5 Truyền nhiệt bức xạ và đối lưu kết hợp

$$q = h (T_s - T_n) \quad (175)$$

trong đó

$$h = h_r + h_c \quad (176)$$

T_s là nhiệt độ bề mặt;

T_n là nhiệt độ môi trường.

Đối với bề mặt biên mà thông số hình học gần giống với các quy tắc mô tả trong 6.3.1, sẽ áp dụng hệ số điều chỉnh sau đây đối với hệ số truyền nhiệt bề mặt kết hợp:

$$h_{\text{điều chỉnh}} = \frac{A_{\text{truyền nhiệt}}}{A_{\text{gần đúng}}} \times h \quad (177)$$

8.6 Cường độ dòng nhiệt quy định

Bề mặt phân cách khung/tường phải được coi như đoạn nhiệt. Xem ISO 10077-2.

Để tính toán tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời (τ_{gl}) của khung cửa, g_f tính tương tự như công thức (14), sử dụng điều kiện biên sau đây:

$$q_{\text{int}} = \alpha I_s \quad (178)$$

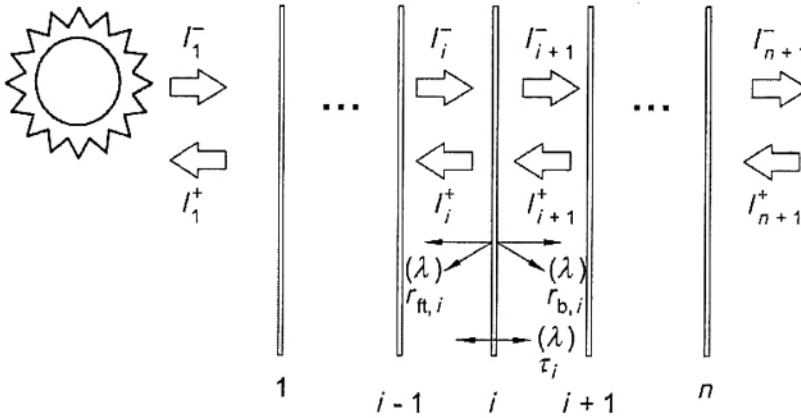
trong đó α là hệ số hấp thụ bề mặt của khung cửa.

Phụ lục A

(tham khảo)

Tính toán truyền nhiệt, quang qua kính nhiều lớp

Cửa sổ với n lớp kính cùng với không gian bên ngoài ($i = 0$) và bên trong ($i = n + 1$) hình thành mảng $n + 2$ yếu tố. Các phân tích quang học hệ kính có thể thực hiện bằng cách xem xét các dòng quang phổ bức xạ năng lượng đi qua giữa lớp kính thứ $i - 1$ và lớp kính thứ i , $I_i^+(\lambda)$ và $I_i^-(\lambda)$. Dấu + và dấu - phía dưới tương ứng là dòng bức xạ đi về phía bên ngoài và bên trong, như trong Hình A.1.



Hình A.1 – Phân tích cường độ dòng năng lượng mặt trời trong hệ kính nhiều lớp

Áp dụng công thức A.1 và A.2 trong khi thiết lập sự phản xạ và truyền qua khoảng không ổn định bằng không, $r_{f,1}(\lambda) = 0$ và $r_{n+1}(\lambda) = 0$.

$$I_i^+(\lambda) = \tau_i(\lambda)I_{i+1}^+(\lambda) + r_{ft,i}(\lambda)I_i^-(\lambda) \quad i = 1 \text{ tới } n+1 \quad (\text{A.1})$$

$$I_i^-(\lambda) = \tau_{i-1}(\lambda)I_{i-1}^-(\lambda) + r_{b,i-1}(\lambda)I_i^+(\lambda) \quad i = 2 \text{ tới } n+1 \quad (\text{A.2})$$

Có thể chỉ ra rằng tỷ lệ $I_i^+(\lambda)$ và $I_i^-(\lambda)$ là:

$$\frac{I_i^+(\lambda)}{I_i^-(\lambda)} = r_i(\lambda) = r_{ft,i}(\lambda) + \frac{\tau_i^2(\lambda) r_{i+1}(\lambda)}{1 - r_{b,i}(\lambda) r_{i+1}(\lambda)} \quad (\text{A.3})$$

và tỷ lệ $I_{i-1}^+(\lambda)$ và $I_i^-(\lambda)$ là:

$$\frac{I_{i-1}^+(\lambda)}{I_i^-(\lambda)} = t_i(\lambda) = \frac{\tau_i(\lambda)}{1 - r_{b,i}(\lambda) r_{i+1}(\lambda)} \quad (\text{A.4})$$

CHÚ THÍCH: trong thư mục tài liệu tham khảo [32] cung cấp xây dựng công thức (A.3) và (A.4) bằng phương pháp mật độ bức xạ. Trong thư mục tài liệu tham khảo [5] sử dụng đồ thị tia để tạo lại phép toán này.

Tất cả giá trị của $I_i^+(\lambda)$ và $I_i^-(\lambda)$ có thể xác định bằng cách sử dụng các bước sau đây. Đầu tiên, sử dụng công thức (A.3) để tính toán tất cả các giá trị của $r_i(\lambda)$ bằng cách thực hiện từ $r_{n+1}(\lambda) = r_{n,n+1}(\lambda) = 0$ đến $r_{n-1}(\lambda)$. Thứ hai, sử dụng công thức (A.4) để xác định $t_i(\lambda)$ từ $i = 1$ tới $i = n$. Tiếp theo tính toán

TCVN 11857:2017

cường độ dòng nhiệt phản xạ từ các hệ thống cửa kính ra bên ngoài [$I_1^+(\lambda) = r_1(\lambda)I_1^-(\lambda)$] và sau đó tính vào phía bên trong từ $i = 2$ tới $i = n$ tính toán giá trị cường độ dòng nhiệt còn lại [$I_i^-(\lambda) = t_{i-1}(\lambda)I_{i-1}^-(\lambda)$ và $I_i^+(\lambda) = r_i(\lambda)I_i^-(\lambda)$]

Cuối cùng, các phần mong muốn của bức xạ tới tại mỗi lớp kính được cho bởi:

$$A_i(\lambda) = \frac{I_i^-(\lambda) - I_i^+(\lambda) + I_{i+1}^+(\lambda) - I_{i+1}^-(\lambda)}{I_1^-(\lambda)} \quad (\text{A.5})$$

và phần truyền qua không gian được kiểm soát là:

$$\tau_s(\lambda) = \frac{I_{n+1}^-(\lambda)}{I_1^-(\lambda)} \quad (\text{A.6})$$

$I_1^-(\lambda)$ có thể được thiết lập thống nhất để giải các phương trình này.

Phương pháp sử dụng ở đây cũng có thể được áp dụng để phân tích các kết cấu che nắng (Xem Điều 7) mặc dù các công thức sẽ trở nên phức tạp hơn do sự chuyển đổi chùm tia bức xạ mặt trời thành bức xạ mặt trời khuếch tán.

Phụ lục B

(Quy định)

Các giá trị tính chất nhiệt vật lý của khí điền đầy

Các bảng số liệu sau đây là các hệ số có mặt trong công thức tuyến tính nhờ đó hệ số dẫn nhiệt, độ nhớt động học và nhiệt dung riêng đẳng áp của khí điền đầy trong khoang kính có thể được tính cho bốn loại khí (không khí, argon, krypton, xenon. Các công thức của đường thẳng bình phương tối thiểu được tạo từ dữ liệu tính chất nhiệt vật lý đưa ra trong thư mục tài liệu tham khảo [33].

Các tính toán truyền nhiệt dựa trên giả định rằng khí điền đầy không phải là khí phát xạ/hấp thụ. Do SF₆ vi phạm điều kiện này nên không được trình bày trong các bảng.

Bảng B.1 – Độ dẫn nhiệt

Loại khí	Hệ số a W/(m.K)	Hệ số b W/(m.K ²)	λ tại 0°C	λ tại 10°C
			W/(m.K)	W/(m.K)
Không khí	$2,873 \times 10^{-3}$	$7,760 \times 10^{-5}$	0,0241	0,0248
Argon	$2,285 \times 10^{-3}$	$5,149 \times 10^{-5}$	0,0163	0,0169
Krypton	$9,443 \times 10^{-4}$	$2,826 \times 10^{-5}$	0,0087	0,0089
Xenon	$4,538 \times 10^{-4}$	$1,723 \times 10^{-5}$	0,0052	0,0053
Trong đó $\lambda = a + b.T$ (K), theo W/(m.K)				

Bảng B.2 – Độ nhớt động học

Loại khí	Hệ số a N.s/m ²	Hệ số b N.s/(m ² .K)	μ tại 0°C	μ tại 10°C
			Pa.s	Pa.s
Không khí	$3,723 \times 10^{-6}$	$4,94 \times 10^{-8}$	$1,722 \times 10^{-5}$	$1,771 \times 10^{-5}$
Argon	$3,379 \times 10^{-6}$	$6,451 \times 10^{-8}$	$2,100 \times 10^{-5}$	$2,165 \times 10^{-5}$
Krypton	$2,213 \times 10^{-6}$	$7,777 \times 10^{-8}$	$2,346 \times 10^{-5}$	$2,423 \times 10^{-5}$
Xenon	$1,069 \times 10^{-6}$	$7,414 \times 10^{-8}$	$2,132 \times 10^{-5}$	$2,206 \times 10^{-5}$
Trong đó $\mu = a + b.T$ (K), theo Pa.s				
CHÚ THÍCH: 1 Pa.s = 1kg/(m.s) = 1 N.s/m ²				

Bảng B.3 – Nhiệt dung riêng đẳng áp

Loại khí	Hệ số a J/(kg.K)	Hệ số b J/(kg.K ²)	c_p tại 0°C	c_p tại 10°C
			J/(kg.K)	J/(kg.K)
Không khí	1002,7370	$1,2324 \times 10^{-2}$	1006,1034	1006,2265
Argon	521,9285	0	521,9285	521,9285
Krypton	248,0907	0	248,0907	248,0907
Xenon	158,3397	0	158,3397	158,3397

Trong đó $c_p = a + b.T$ (K), theo J/(kg.K)

Bảng B.4 – Khối lượng phân tử

Loại khí	Khối lượng phân tử kg/kmol
Không khí	28,97
Argon	39,948
Krypton	83,80
Xenon	131,30

Phụ lục C

(tham khảo)

Ví dụ về tính toán các đặc tính quang học của kết cấu che nắng loại thanh**C.1 Qui định chung**

Phụ lục này cung cấp ví dụ điển hình trong tính toán các đặc tính quang học của kết cấu che nắng loại thanh như một hàm của các đặc tính và thông số hình học của thanh, đối với các góc bức xạ mặt trời chiếu tới khác nhau, áp dụng quy trình đưa ra trong 7.3.

C.2 Các yêu cầu kỹ thuật

Xem Hình C.1 và C.2

Thông số hình học:

khoảng cách thanh: 12 mm

chiều dài thanh: 16 mm

góc thanh: 45° và/hoặc 80°

Góc bức xạ mặt trời tới:

0° và 60° theo phương nằm ngang

Loại thanh

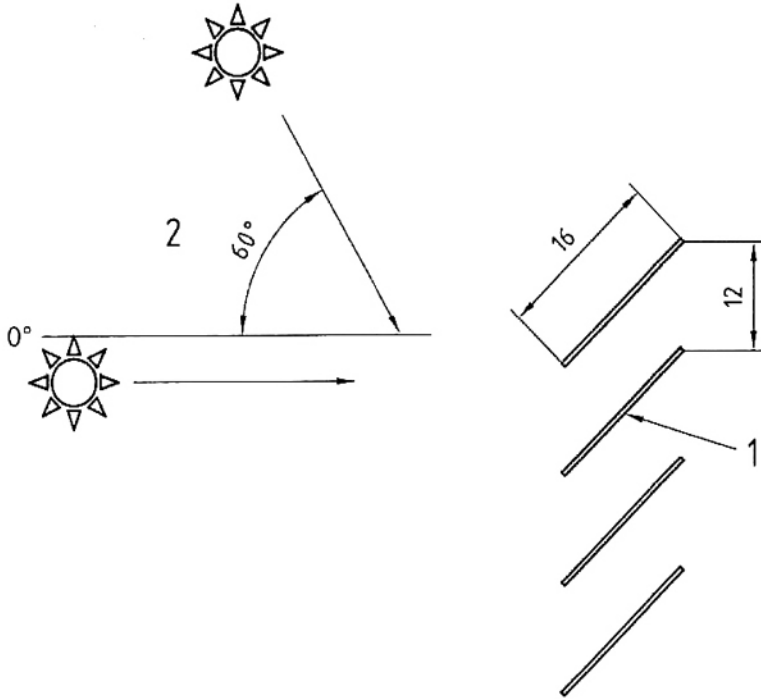
Trong suốt hoặc chắn sáng

Trắng, có màu và/hoặc tối màu (bề mặt bên ngoài và/hoặc bên trong)

Các đặc tính quang học đối với vật liệu của các loại thanh khác nhau được cho trong bảng C.1.

Bảng C.1 – Các đặc tính quang học của vật liệu thanh

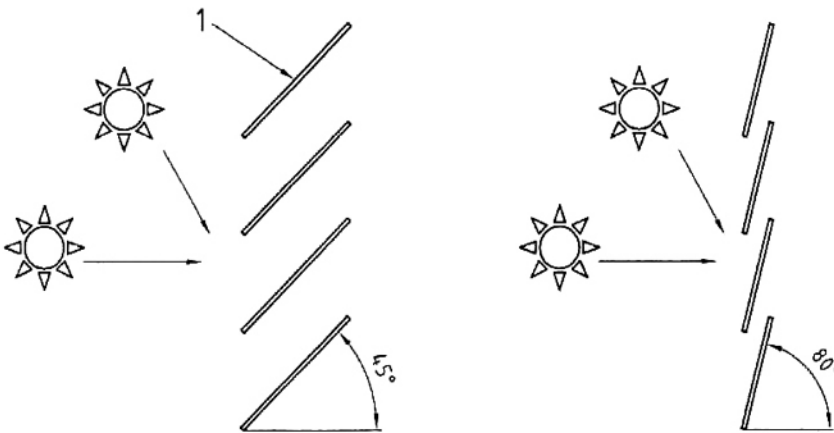
Loại thanh	Hệ số truyền bước sóng dài (hồng ngoại - IR) τ	Hệ số phát xạ bước sóng dài (hồng ngoại - IR) ϵ_h	Hệ số truyền bức xạ mặt trời τ_s	Hệ số phản xạ bức xạ mặt trời r
Trắng, chắn sáng	0,0	0,90	0,0	0,70
Có màu, chắn sáng	0,0	0,90	0,0	0,55
Tối màu, chắn sáng	0,0	0,90	0,0	0,40
Trắng, trong suốt	0,40	0,55	0,40	0,50



CHÚ DẪN:

- 1 Thanh
- 2 Góc mặt trời

Hình C.1 – Thông số hình học thanh và vị trí của mặt trời



CHÚ DẪN:

- 1 Thanh

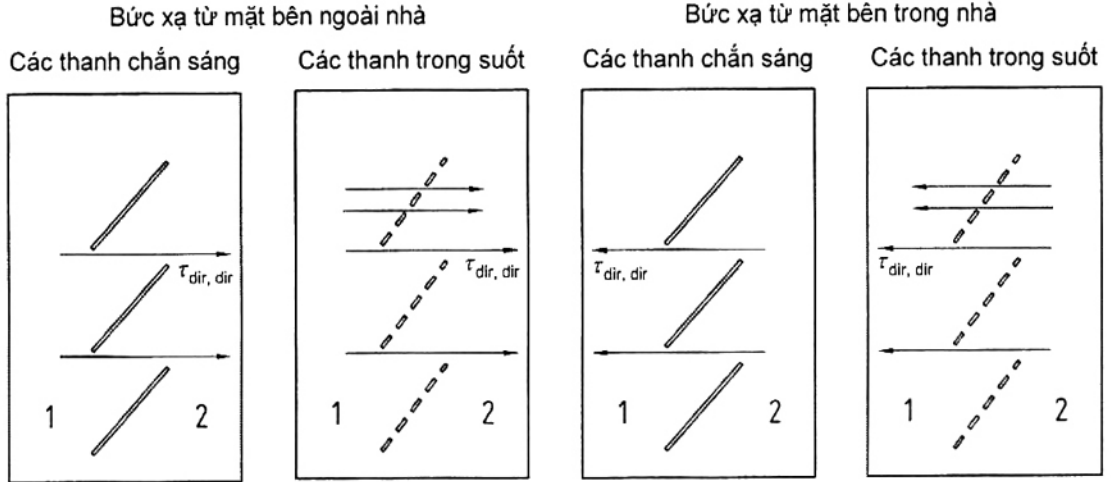
Hình C.2 – Các góc thanh 45° và 80°

C.3 Các kết quả

Sử dụng các công thức trong 7.3 để tính toán các đặc tính quang học của kết cấu che nắng.

Các đặc tính quang học được minh họa trong Hình C.3 và C.4 và kết quả của các phép tính được đưa ra trong Bảng C.2.

Ví dụ về hệ số truyền nhiệt trực tiếp – trực tiếp $\tau_{dir,dir}$



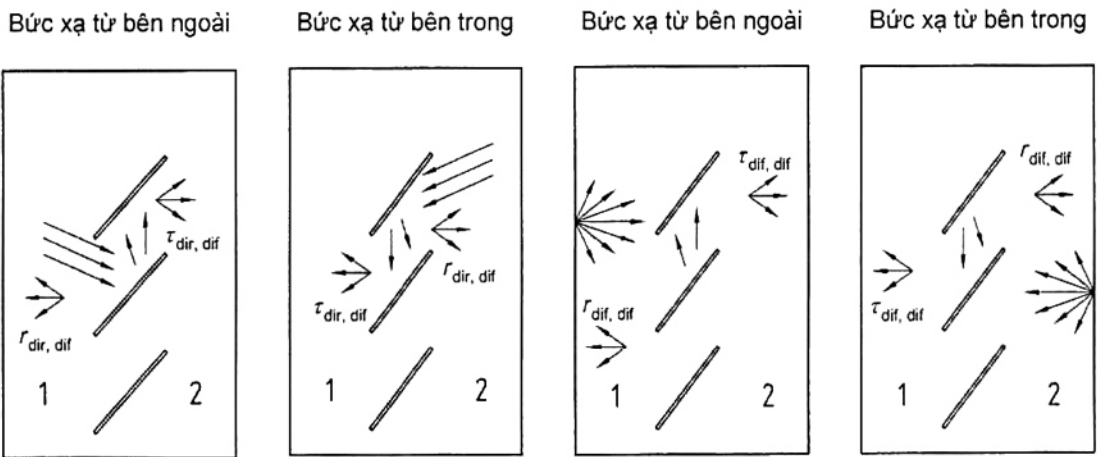
CHÚ DẪN:

- 1 Ngoài nhà
- 2 Trong nhà

Hình C.3 – Minh họa hệ số truyền nhiệt trực tiếp – trực tiếp của kết cấu che nắng

Ví dụ về hệ số truyền nhiệt $\tau_{dir,dif}$ và hệ số phản xạ $r_{dir,dif}$ trực tiếp – khuếch tán

Ví dụ về hệ số truyền nhiệt $\tau_{dif,dif}$ và hệ số phản xạ $r_{dif,dif}$ khuếch tán – khuếch tán



CHÚ DẪN: 1 - Ngoài nhà 2 - Trong nhà

Hình C.4 – Minh họa hệ số truyền nhiệt và phản xạ trực tiếp – khuếch tán và khuếch tán – khuếch tán của kết cấu che nắng

TCVN 11857:2017

Lưu ý rằng các đặc tính quang học đối với bức xạ từ bên trong nói chung là không giống như đặc tính quang học đối với bức xạ từ bên ngoài. Các đặc tính quang học đối với bức xạ từ bên trong cần thiết do sự phản xạ tại các lớp liên tiếp trong hệ thống trong suốt.

Bảng C.2 – Ví dụ tính toán điển hình các đặc tính quang học của kết cấu che nắng loại thanh

Sản phẩm	Mô tả									
A45	Màn chắn nắng với thanh màu trắng chắn sáng, góc thanh 45°									
B45	Màn chắn nắng với thanh chắn sáng, có màu sắc, góc thanh 45°									
C45	Màn chắn nắng với thanh chắn sáng, sáng màu/tối màu, góc thanh 45°									
C80	Màn chắn nắng với thanh chắn sáng, sáng màu/tối màu, góc thanh 80°									
D45	Màn chắn nắng với thanh trong suốt màu trắng, góc thanh 45°									
Đặc tính	A45	A45	B45	B45	C45	C45	C80	C80	D45	D45
<i>Thông số hình học:</i>										
Khoảng cách giữa các thanh (mm)	12		12		12		12		12	
Chiều dài thanh (mm)	16		16		16		16		16	
Góc thanh, tính theo phương ngang (°)	45		45		45		80		45	
<i>Các đặc tính quang học của vật liệu</i>										
Hệ số truyền IR của thanh	0,0		0,0		0,0		0,0		0,40	
Hệ số phát xạ IR của mặt bên ngoài thanh	0,90		0,90		0,90		0,90		0,55	
Hệ số phát xạ IR của mặt bên trong thanh	0,90		0,90		0,90		0,90		0,55	
Hệ số truyền năng lượng mặt trời của thanh	0,0		0,0		0,0		0,0		0,40	
Hệ số phản xạ năng lượng mặt trời của mặt bên ngoài thanh	0,70		0,55		0,70		0,70		0,50	
Hệ số phản xạ năng lượng mặt trời của mặt bên trong thanh	0,70		0,55		0,40		0,40		0,50	
Góc bức xạ mặt trời tới tính theo phương nằm ngang (°)	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
<i>Các kết quả:</i>										
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên ngoài dir, dir ($\tau_{dir,dir}^{ex}$)	0,057	0,0	0,057	0,0	0,057	0,0	0,0	0,0	0,057	0,0
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên trong dir, dir ($\tau_{dir,dir}^{int}$)	0,057	0,310	0,057	0,310	0,057	0,310	0,0	0,088	0,057	0,310
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên ngoài dir, dif ($\tau_{dir,dif}^{ex}$)	0,141	0,073	0,090	0,047	0,096	0,051	0,012	0,005	0,373	0,277
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên trong dir, dif ($\tau_{dir,dif}^{int}$)	0,141	0,288	0,090	0,216	0,076	0,271	0,011	0,027	0,373	0,306

Bảng C.2 (kết thúc)

Đặc tính	A45	A45	B45	B45	C45	C45	C80	C80	D45	D45
Hệ số phản xạ bức xạ mặt trời bên ngoài $dif, dif (r_{dif,dif})_{ex}$	0,394	0,558	0,295	0,430	0,371	0,544	0,622	0,678	0,418	0,567
Hệ số phản xạ bức xạ mặt trời bên trong $dif, dif (r_{dif,dif})_{int}$	0,394	0,103	0,295	0,066	0,216	0,070	0,356	0,273	0,418	0,273
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên ngoài $dif, dif (\tau_{dif,dif})_{ex}$	0,332		0,294		0,291		0,038		0,495	
Hệ số truyền bức xạ mặt trời bên trong $dif, dif (\tau_{dif,dif})_{int}$	0,332		0,294		0,291		0,038		0,495	
Hệ số phản xạ bức xạ mặt trời bên ngoài $dif, dif (r_{dif,dif})_{ex}$	0,345		0,260		0,323		0,604		0,380	
Hệ số phản xạ bức xạ mặt trời bên trong $dif, dif (r_{dif,dif})_{int}$	0,345		0,260		0,193		0,345		0,380	
Hệ số truyền IR bên ngoài $(\tau_{IR})_{ex}$	0,227		0,227		0,227		0,0245		0,385	
Hệ số truyền IR bên trong $(\tau_{IR})_{int}$	0,227		0,227		0,227		0,0245		0,385	
Hệ số phát xạ IR bên ngoài $(\varepsilon)_{ex}$	0,729		0,729		0,729		0,89		0,536	
Hệ số phát xạ IR bên trong $(\varepsilon)_{int}$	0,729		0,729		0,729		0,89		0,536	

Phụ lục D
(tham khảo)

Ví dụ tính toán đặc trưng nhiệt của cửa sổ

D.1 Giới thiệu chung

Phụ lục này cung cấp ví dụ tính toán các đặc trưng nhiệt của khung, kính và toàn bộ kết cấu cửa như độ truyền nhiệt (U-value), tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời (SHGC), và hệ số truyền sáng (VLT), sử dụng các thuật toán đưa ra trong tiêu chuẩn.

D.2 Thông số hình học, diện tích và độ truyền nhiệt của các thành phần khung cửa

Thông số hình học, diện tích và độ truyền nhiệt của các thành phần khung cửa được đưa ra trong Bảng D.1.

Bảng D.1 – Thông số hình học, tính toán diện tích và độ truyền nhiệt

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Chiều rộng cửa sổ	mm	1200
Chiều cao cửa sổ	mm	1500
Diện tích cửa sổ	m ²	1,800
Thanh ngang đỉnh khung cửa	mm	60
Thanh đứng trái	mm	60
Thanh đứng phải	mm	60
Thanh bệ cửa	mm	60
Độ hấp thụ của khung, α_r	-	0,30
Độ truyền nhiệt của thanh ngang	W/m ² .K	3,0
Độ truyền nhiệt của thanh đứng trái	W/m ² .K	3,0
Độ truyền nhiệt của thanh đứng phải	W/m ² .K	3,0
Độ truyền nhiệt của thanh bệ cửa	W/m ² .K	3,0
Diện tích dự kiến của thanh ngang	m ²	0,0684
Diện tích dự kiến của thanh đứng trái	m ²	0,0864
Diện tích dự kiến của thanh đứng phải	m ²	0,0864
Diện tích dự kiến của thanh bệ cửa	m ²	0,0684
Tổng diện tích khung	m ²	0,3096
Độ truyền nhiệt tính cho phần khung	W/m ² .K	3,0000
Chiều rộng phần nhìn xuyên	mm	1080
Chiều cao phần nhìn xuyên	mm	1380
Diện tích phần mép thanh ngang	m ²	0,0645
Diện tích phần mép thanh đứng trái	m ²	0,0836
Diện tích phần mép thanh đứng phải	m ²	0,0836
Diện tích phần mép thanh bệ cửa	m ²	0,0645
Tổng diện tích phần mép	m ²	0,2963
Tổng diện tích phần tâm kính	m ²	1,1941
Diện tích phần nhìn xuyên	m ²	1,4904

D.3 Tính toán cho phần tâm kính

D.3.1 Ví dụ tính cho kính một lớp màu xanh

Ví dụ về thông số của vật liệu kính

Chiều rộng tấm kính (mm): 1000

Chiều cao tấm kính (mm): 1000

Chiều dày tấm kính (mm): 5,9

Diện tích tấm kính (m^2): 1,000

Hệ số dẫn nhiệt của kính ($W/m.K$): 1,000

Độ truyền năng lượng mặt trời của kính : 0,4493

Độ hấp thụ năng lượng mặt trời của kính : 0,5085

Độ khuếch tán năng lượng mặt trời trên bề mặt thứ nhất của tấm kính: 0,0550

Độ khuếch tán năng lượng mặt trời trên bề mặt thứ hai của tấm kính: 0,0530

Độ truyền sáng của kính: 0.7541

Độ phát xạ bề mặt thứ nhất của tấm kính: 0,837

Độ phát xạ bề mặt thứ hai của tấm kính: 0,837

Bảng D.2 – Tính nhiệt trở các lớp

	Hệ số dẫn nhiệt của màng kết hợp vào mùa đông ($W/m^2.K$)	Nhiệt trở vào mùa đông ($m^2.K/W$)	Nhiệt trở vào mùa hè ($m^2.K/W$)	Phản dòng nhiệt bên trong với kính N_1	Hệ số dẫn nhiệt của màng kết hợp vào mùa hè ($W/m^2.K$)
Điều ngoài trời	25,00	0,04000	0,04000		25,00
Lớp kính		0,00590	0,00590		
Điều kiện trong nhà	7,70	0,12987	0,12987		7,70
Tổng nhiệt trở lớp màng khí		0,17577	0,17577		
				0,2444	

Từ nhiệt trở của các lớp tính đưa ra trong Bảng D.2, tính các đặc trưng nhiệt của phần tâm kính được như sau:

Độ truyền nhiệt tổng cộng của phần tâm kính (U-value): 5,69 $W/m^2.K$

Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời qua kính (SHGC): 0,574

TCVN 11857:2017

Hệ số truyền sáng của phần kính (VLT): 0,754

D.3.2 Ví dụ tính cho kính hai lớp trong suốt, chứa lớp không khí ở giữa

Thông số của vật liệu kính: lớp trong và lớp ngoài sử dụng cùng một loại vật liệu kính

Chiều rộng tấm kính (mm): 1000

Chiều cao tấm kính (mm): 1000

Chiều dày tấm kính (mm): 3,9

Diện tích tấm kính (m^2): 1,000

Hệ số dẫn nhiệt của kính ($W/m.K$): 1,000

Độ truyền năng lượng mặt trời của kính : 0,8530

Độ hấp thụ năng lượng mặt trời của kính : 0,0768

Độ khuếch tán năng lượng mặt trời trên bề mặt thứ nhất của tấm kính: 0,0750

Độ khuếch tán năng lượng mặt trời trên bề mặt thứ hai của tấm kính: 0,0750

Độ truyền sáng của kính: 0.9030

Độ phát xạ bề mặt thứ nhất của tấm kính: 0,837

Độ phát xạ bề mặt thứ hai của tấm kính: 0,837

Chiều dày khoang khí (mm): 12,0

Hệ số dẫn nhiệt của không khí ($W/m.K$): 0,0638

Bảng D.3 – Tính nhiệt trở các lớp

	Hệ số dẫn nhiệt của màng kết hợp vào mùa đông ($W/m^2.K$)	Nhiệt trở vào mùa đông ($m^2.K/W$)	Nhiệt trở vào mùa hè ($m^2.K/W$)	Phản dòng nhiệt bên trong với lớp 1, N_1	Phản dòng nhiệt bên trong với lớp 2, N_1	Hệ số dẫn nhiệt của màng kết hợp vào mùa hè ($W/m^2.K$)
Điều kiện ngoài trời	25,00	0,04000	0,04000			25,00
Lớp kính bên ngoài		0,00390	0,00390			
Khoang khí		0,17300	0,17300			
Lớp kính bên trong		0,00390	0,00390			
Điều kiện trong nhà	7,70	0,12987	0,12987			7,70
Tổng nhiệt trở lớp màng khí		0,35067	0,35067			
				0,1196	0,6241	

Từ nhiệt trở của các lớp tính đưa ra trong Bảng D.3, tính các đặc trưng nhiệt của phần tâm kính được như sau:

Độ truyền nhiệt tổng cộng của phần tâm kính (U-value): $2,85 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Tổng hệ số truyền năng lượng mặt trời qua kính (SHGC): 0,791

Hệ số truyền sáng của phần kính (VLT): 0,821

D.4 Tính toán cho toàn bộ cửa

Đặc trưng nhiệt của toàn bộ cửa sổ được tính trong Bảng D.4

Bảng D.4 – Đặc trưng nhiệt của toàn bộ cửa sổ

<i>Loại kính</i>	<i>Kính 1 lớp, màu xanh</i>	<i>Kính hai lớp, trong suốt</i>
<i>U(Tâm kính)</i>	5.7	2.9
<i>U(Mép)</i>	5.7	3.4
<i>U(Khung)</i>	3.0	3.0
U(Cửa sổ)	5.2	3.0
SHGC(Cửa sổ)	0.48	0.66
VLT(Cửa sổ)	0.62	0.68

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] WRIGHT, J.L. and MCGOWAN, A., Calculating Solar Heat Gain of Window Frames, ASHRAE Transactions, 106, Pt. 2, 1999
- [2] WRIGHT, J.L., Summary and Comparison of Methods to Calculate Solar Heat Gain, ASHRAE Transactions, 101, Pt. 1, 1995
- [3] ASTM E1585-93, Standard Test Method for Measuring and Calculating Emittance of Architectural Flat Glass Products Using Spectrometric Measurements
- [4] RUBIN M., VON ROTTKAY K. and POWLES R., Window Optics, Solar Energy, 62, (1998) 149-161
- [5] WRIGHT, J.L., Calculating Centre-Glass Performance Indices of Windows, ASHRAE Transactions, 104, Pt. 1 pp. 1230-1241, 1999
- [6] BERNIER and BOURRETT, Effects of Glass Plate Curvature on the U-Factor of Sealed Insulated Glazing Units, ASHRAE Transactions, 103, Pt 1, 1997
- [7] HOLLANDS, K.G.T., UNNY, T.E., RAITHBY, G.D. and KONICEK, L., Free Convection Heat Transfer Across Inclined Air Layers, Journal of Heat Transfer, 98, pp. 189-193, 1976
- [8] EL SHERBINY, S.M., RAITHBY, G.D., and HOLLANDS, K.G.T., Heat Transfer by Natural Convection Across Vertical and Inclined Air Layers, Journal of Heat Transfer, 104, pp. 96-102, 1982
- [9] WRIGHT, J.L., A Correlation to Quantify Convective Heat Transfer Between Vertical Window Glazings, ASHRAE Transactions, 106, Pt. 2, 1996
- [10] ARNOLD, J.N., BONAPARTE, P.N., CATTON, I. and EDWARDS, D.K., Experimental Investigation of Natural Convection in a Finite Rectangular Region Inclined at Various Angles from 0 to 180°, Proceedings of the 1974 Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute, Corvallis, OR, Stanford University Press, Stanford, CA, 1974
- [11] ROHSENOW, W.M., and HARTNETT, J.P. (eds), Handbook of Heat Transfer, McGraw Hill, 1973
- [12] BRANCHAUD, T.R.; CURCIJA, D.; and GOSS, W.P. Local Heat Transfer In Open Frame Cavities of Fenestration Systems, ASHRAE/DOE/BTECC Conference, Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VII, December 1998.
- [13] ZIENKIEWICZ, O.C., and ZHU, J.Z., A Simple Error Estimator and Adaptive Procedure for Practical Engineering Analysis, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 24, pp. 337-357, 1987
- [14] ZIENKIEWICZ, O.C. and ZHU, J.Z., The Three R's of Engineering Analysis and Error Estimation and Adaptivity, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 82, pp. 95-113, 1990
- [15] ROHSENOW, W.M., HARTNETT and GANIC, J.P., E.N., Handbook of Heat Transfer Fundamentals, 2nd Edition, McGraw Hill, 1985
- [16] ROTH, H., Comparison of Thermal Transmittance Calculation Methods Based on ASHRAE and CEN/ISO Standards, Masters of Science Thesis, Department of Mechanical Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA, May, 1998

- [17] CORONEL J.F., ALVAREZ S. et al., Solar-optical and thermal performance of louvers type shading devices. Proceedings of European Conference on Energy Performance and Internal Climate in Buildings, ISBN 2.86834-108-Y, Lyons, France, 1994
- [18] VAN DIJK, H.A.L. and GOULDING J. (eds), Advanced Windows Information System. WIS Reference Manual, TNO Building and Construction Research, Delft, The Netherlands, October 1996
- [19] KLEMS, J.H., WARNER, L. et al., A comparison between calculated and measured SHGC for complex glazings, ASHRAE Trans. 102 (Pt. 1; Symposium paper AT-96-16-1): 931-939, 1996
- [20] KLEMS, J.H., WARNER, L. et al., Solar heat gain coefficient of complex fenestrations with a venetian blind for different slat tilt angles., ASHRAE Trans. 103 (Pt. 1; Symposium paper PH-97-16-3): 1026-1034, 1997
- [21] EN 13363-21), Solar protection devices combined with glazing — Calculation of solar and light transmittance — Part 2: Reference method
- [22] ALEO, F. et al., Results of the European research project Solar Control (1996-1999), Research project JOR3-CT96-0113 under the European DG XII Joule Programme, Conphoebus, Catania (I), 1999
- [23] PLATZER, W. et al., Results of the European research project ALTSET, Angular light and total solar energy transmittance (1997-1999), Research project SMT4-CT96-2099 under the European DG XII Standards, Measurement and Testing (SM&T) programme, Fraunhofer Institute for Solar Energy, Freiburg (D), 1999
- [24] VAN DIJK, H.A.L. et al., Progress in the European research project REVIS, Daylighting products with redirecting visual properties (1999-2000), Research project JOE3-CT98-0096 under the European DG XII Joule Programme, TNO Building and Construction Research, Delft (NL), 1999
- [25] VAN DIJK, H.A.L., LEMAIRE, A. et al., Testing and Modeling of Thermal and Solar Properties of Double Glazing with Incorporated Venetian Blinds, Solar Energy Journal, 1999
- [26] SIEGEL, R. and HOWELL, J.R., Thermal radiation heat transfer, third edition, Hemisphere Publishing, 1992
- [27] CURCIJA, D. and GOSS, W.P., New Correlations for Convective Heat Transfer Coefficient on Indoor Fenestration Surfaces — Compilation of More Recent Work, ASHRAE/DOE/BTECC Conference, Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VI, Clearwater, FL, 1995
- [28] KIMURA, K., Scientific Basis for Air Conditioning, Chapter 3, Radiative and Convective Heat Transfer, pp. 93-94, Equations 3.41 to 3.44, Applied Science Publishers, London, 1977
- [29] ITO, N., KIMURA, K. and OKA, J., A field experimental study on the convective heat transfer coefficient on exterior surface of a building, ASHRAE Transactions, 78, Part 1, 1972
- [30] REDDY, J.N. and GARTLING, D.K., The finite element method in heat transfer and fluid dynamics, CRC Press, 1994
- [31] WRIGHT, J.L., A simplified analysis of radiant heat loss through projecting fenestration products, submitted for publication, ASHRAE Transactions, 7, Pt.1, 2001

TCVN 11857:2017

- [32] EDWARDS, D.K., Solar Absorption by Each Element in an Absorber-Coverglass Array, Technical Note, Solar Energy, Vol. 19, pp. 401-402, 1977
- [33] TOULOUKIAN, Y.S. and HO, C.Y. (eds), Thermophysical Properties of Matter, Plenum Press, New York, 1972
- [34] GRIFFITH, B.; FINLAYSON, E.; YAZDANIAN, M; and ARASTEH, D., The Significance of Bolts in the Thermal Performance of Curtain-Wall Frames for Glazed Facades, ASHRAE Transactions, 1998
- [35] HOLLANDS, K.G.T., WRIGHT, J.L. and GRANQVIST, C.G., Glazings and Coatings, chapter 2 in Solar Energy – The State of the Art, ISES position papers (J. Gordon ed), 2001
- [36] SWINBANK, W.C., Journal of the Royal Meteorological Society, 89, pp. 339-348, 1963
- [37] ISO 6946, Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method.
-