

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 9502:2013
BS EN 673:1998**

Xuất bản lần 1

**KÍNH XÂY DỰNG – XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TRUYỀN NHIỆT
(GIÁ TRỊ U) - PHƯƠNG PHÁP TÍNH**

*Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) –
Calculation method*

HÀ NỘI - 2013

Lời nói đầu

TCVN 9502:2013 hoàn toàn tương đương BS EN 673:1998 với các bổ sung sửa đổi theo A1:2000 và A2:2002 và có bổ sung Phụ lục D.

TCVN 9502:2013 do Viện Vật liệu 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.

Kính xây dựng – Xác định hệ số truyền nhiệt (Giá trị U) Phương pháp tính

Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Calculation method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp tính hệ số truyền nhiệt của kính có bề mặt phẳng và song song. Tiêu chuẩn này áp dụng để tính giá trị U cho các hệ kính thành phần, tính giá trị U toàn phần cho cửa sổ, cửa đi và cửa chớp theo Phụ lục C.1

Hệ số truyền nhiệt (giá trị U) được xác định tại phần diện tích trung tâm của kính.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho kính phủ, kính không phủ (bao gồm kính có bề mặt kết cấu như kính trang trí kiến trúc), hệ kính nhiều lớp (bao gồm kính và/hoặc các vật liệu tạo thành) và những vật liệu không truyền tia hồng ngoại xa.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho hệ kính nhiều lớp truyền tia hồng ngoại xa.

Khi tính hệ số truyền nhiệt U không cần tính đến những ảnh hưởng về nhiệt hay năng lượng truyền qua theo bức xạ mặt trời của mép kính, lớp khí xen giữa.

Khi tính giá trị U với mục đích so sánh sản phẩm, tấm kính được đặt thẳng đứng.

Thông qua giá trị U tính tương tự cho các mục đích khác, đặc biệt để đánh giá:

- Nhiệt tổn thất qua kính;
- Hệ số dẫn nhiệt đạt được trong mùa hè;
- Độ đọng sương trên bề mặt kính;
- Ảnh hưởng hấp thụ bức xạ của mặt trời, xác định hệ số năng lượng mặt trời (xem C.2).

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 ghi năm công bố 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 các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

EN 674, *Glass in building – Determinations of thermal transmittance (U value) – Guarded hot plate method* (Kính xây dựng – Xác định hệ số truyền nhiệt (giá trị U) – Phương pháp đĩa nóng).

EN 675, *Glass in building – Determinations of thermal transmittance (U value) – Heat flow meter method* (Kính xây dựng – Xác định hệ số truyền nhiệt (giá trị U) – Phương pháp đo dòng nhiệt).

PrEN 1098, *Glass in building – Determinations of thermal transmittance (U value) – Calibrated and guarded hot box method* (Kính xây dựng – Xác định hệ số truyền nhiệt (giá trị U) – Hiệu chỉnh và phương pháp hộp nóng).

3 Ký hiệu

A	Hằng số	-
c	Nhiệt dung riêng của khí	J/(kg.K)
d	Chiều dày của lớp vật liệu (thủy tinh hoặc vật liệu kính thay thế)	m
F	Phần thể tích	-
h	- Hệ số truyền nhiệt	W/(m ² .K)
	- Độ dẫn nhiệt	W/(m ² .K)
M	Số lớp vật liệu	-
n	Số mũ	-
N	Số lớp khí	-
r	Nhiệt trở của kính (vật liệu lắp kính)	m.K/W
P	Đặc tính của khí	-
R_n	Hệ số phản xạ pháp tuyến (vuông góc với bề mặt)	-
S	Chiều rộng của lớp khí	m
T	Nhiệt độ tuyệt đối	K
U	Hệ số truyền nhiệt	W/(m ² .K)
ΔT	Chênh lệch nhiệt độ	K
ε	Hệ số bức xạ hiệu chỉnh	-
ε_n	Hệ số bức xạ pháp tuyến (vuông góc với bề mặt)	-
ρ	Khối lượng riêng của khí	Kg/m ³
σ	Hằng số Stefan - Boltzmann $5,67 \times 10^{-8}$	W/(m ² .K ⁴)
μ	Độ nhớt động của khí	Kg/(m.s)
λ	- Độ dẫn nhiệt của khí	W/(m.K)
	- Bước sóng	μm
θ	Nhiệt độ theo thang bách phân	°C
<i>Chuẩn số không thứ nguyên</i>		
Gr	Chuẩn số Grashof	-
Nu	Chuẩn số Nusselt	-
Pr	Chuẩn số Prandtl	-
<i>Ký hiệu chỉ số dưới</i>		
c	Sự đối lưu	
e	Bên ngoài	
i	Bên trong	
j	Lớp vật liệu thứ j	
g	Khí	
m	Trung bình	
r	Bức xạ	
s	Lớp	
t	Tổng	
1; 2	Thứ nhất, thứ hai.	

4 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

4.1

Hệ số truyền nhiệt, giá trị U (U value)

Thông số đặc trưng cho sự truyền nhiệt qua phần trung tâm của kính, biểu thị bằng tốc độ truyền nhiệt do sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường và mỗi mặt, không tính đến ảnh hưởng ở vùng xung quanh. Đơn vị tính hệ số truyền nhiệt U là $[W/(m^2.K)]$.

4.2

Giá trị công bố (declared value)

Giá trị U nhận được dưới những điều kiện giới hạn đã tiêu chuẩn hóa (xem điều 8).

5. Công thức cơ bản

5.1 Giá trị U

Giá trị U được tính theo công thức sau:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_t} \quad (1)$$

trong đó

h_e là hệ số truyền nhiệt bên ngoài;

h_i là hệ số truyền nhiệt bên trong;

h_t là độ dẫn nhiệt tổng của kính.

$$\frac{1}{h_t} = \sum_1^N \frac{1}{h_s} + \sum_1^M d_j r_j \quad (2)$$

trong đó:

h_s là độ dẫn nhiệt của mỗi lớp khí;

N là số lớp khí;

d_j là chiều dày của mỗi lớp vật liệu;

r_j là nhiệt trở của mỗi lớp vật liệu (nhiệt trở của thủy tinh kiềm = 1,0 mK/W);

M là số lớp vật liệu.

$$h_s = h_r + h_g \quad (3)$$

trong đó:

h_r là độ dẫn nhiệt bức xạ;

h_g là độ dẫn nhiệt của khí.

Đối với kính có nhiều hơn một lớp khí thì giá trị U sẽ được tính lặp lại (Phụ lục B).

5.2 Độ dẫn nhiệt bức xạ h_r

Độ dẫn nhiệt bức xạ được tính theo công thức:

$$h_r = 4\sigma \left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)^{-1} T_m^3 \quad (4)$$

TCVN 9502:2013

trong đó

σ là hằng số Stefan – Boltzmann;

T_m là nhiệt độ trung bình của lớp khí;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ là độ bức xạ hiệu chỉnh tại nhiệt độ T_m .

5.3 Độ dẫn nhiệt của khí h_g

Độ dẫn nhiệt của khí được tính theo công thức:

$$h_g = Nu \frac{\lambda}{s} \quad (5)$$

trong đó

s là chiều rộng của lớp khí;

λ là bước sóng;

Nu là chuẩn số Nusselt.

$$Nu = A(Gr Pr)^n \quad (6)$$

trong đó

A là hằng số;

Gr là chuẩn số Grashof;

Pr là chuẩn số Prandtl;

n là số mũ.

$$Gr = \frac{9,81 \cdot s^3 \cdot \Delta T \cdot \rho^2}{T_m \cdot \mu^2} \quad (7)$$

$$Pr = \frac{\mu c}{\lambda} \quad (8)$$

trong đó

ΔT là chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt kính và lớp khí;

ρ là khối lượng riêng;

μ là độ nhớt động;

c là nhiệt dung riêng;

T_m là nhiệt độ trung bình.

Chuẩn số Nu được tính toán theo công thức (6).

Nếu chuẩn số Nu nhỏ hơn 1 thì sử dụng giá trị duy nhất cho Nu theo công thức (5).

5.3.1 Kính đặt thẳng đứng

Đối với kính đặt thẳng đứng:

$$A = 0,035; \quad n = 0,38.$$

5.3.2 Kính đặt nằm ngang và nằm nghiêng

Đối với kính đặt nằm ngang hoặc nằm nghiêng và chiều dòng nhiệt hướng lên, nhiệt đối lưu sẽ tăng lên.

Những ảnh hưởng này sẽ được thay thế những giá trị của A và n vào công thức (6).

$$\text{Đặt nằm ngang} \quad A = 0,16 \quad n = 0,28$$

$$\text{Đặt nằm nghiêng } 45^\circ \quad A = 0,10 \quad n = 0,31$$

Đối với những góc nghiêng khác có thể dùng phương pháp nội suy.

Khi chiều dòng nhiệt hướng xuống, sự đối lưu sẽ bị ngăn cản và $Nu = 1$ khi đó sử dụng công thức (5).

6 Tính chất cơ bản của vật liệu

6.1 Độ bức xạ

Độ bức xạ hiệu chỉnh (ε) của bề mặt bị giới hạn bởi các lớp khí kín được sử dụng khi tính độ dẫn nhiệt bức xạ h_r , theo công thức (4).

Đối với những bề mặt thủy tinh kiềm, độ bức xạ hiệu chỉnh là 0,837.

CHÚ THÍCH 1:

Với những trường hợp khác, giá trị này có thể dùng cho thủy tinh borosilicat không phủ và gốm thủy tinh.

Đối với những bề mặt có phủ, độ bức xạ pháp tuyến sẽ được xác định với quang phổ kế tia hồng ngoại (Phụ lục A.1 và Phụ lục C.6) và độ bức xạ hiệu chỉnh sẽ được xác định từ độ bức xạ pháp tuyến như mô tả ở Phụ lục A.2.

CHÚ THÍCH 2:

Hai định nghĩa khác nhau về độ bức xạ theo lý thuyết được sử dụng để mô tả sự trao đổi bức xạ giữa:

- Lớp phủ nhiều bề mặt kính với hệ kính;
- Lớp phủ của bề mặt kính với phòng.

Tuy nhiên, trong thực tế sự sai khác là rất nhỏ. Do đó, độ bức xạ hiệu chỉnh đã mô tả theo hai loại trao đổi bức xạ ở trên coi như xấp xỉ đúng.

6.2 Tính chất của khí

Những tính chất dưới đây của lớp khí được yêu cầu:

Độ dẫn nhiệt	λ ;
Khối lượng riêng	ρ ;
Độ nhớt động	μ ;
Nhiệt dung riêng	c .

Những giá trị liên quan được thay thế trong công thức (7) và (8) đối với chuẩn số Grashof, Prandtl và trong công thức (6) đối với chuẩn số Nusselt.

Nếu chuẩn số Nusselt lớn hơn 1 thì dòng nhiệt trong khí là đối lưu, tốc độ dòng nhiệt tăng lên.

Nếu giá trị tính toán chuẩn số Nusselt nhỏ hơn 1 thì dòng nhiệt trong khí chỉ là dẫn nhiệt, khi đó chuẩn số Nusselt có giá trị lớn nhất là 1. Thay vào công thức (5) tính được độ dẫn nhiệt của khí h_g .

Những giá trị về tính chất của khí dùng trong kính hộp được đưa ra ở Bảng 1. Đối với các loại khí được dùng, những tính chất khí được xác định theo tỷ lệ phần thể tích, $F_1, F_2 \dots$. Với phép tính xấp xỉ đúng: Khí 1: F_1 ; Khí 2: $F_2 \dots$

Vì thế:
$$P = P_1 F_1 + P_2 F_2 \quad (9)$$

trong đó, P là những tính chất liên quan như hệ số dẫn nhiệt, khối lượng riêng, độ nhớt hay nhiệt dung riêng của khí.

TCVN 9502:2013

6.3 Hệ số hấp thụ hồng ngoại của khí

Một số khí hấp thụ bức xạ hồng ngoại trong dải bước sóng từ 5 μm đến 50 μm . Trong đó, khí liên quan thường sử dụng kết hợp với lớp phủ có độ bức xạ hiệu chỉnh nhỏ hơn 0,2 thì ảnh hưởng này không tính đến do mật độ của dòng bức xạ hồng ngoại thực tế thấp.

Đối với những trường hợp khác, giá trị U sẽ được đo theo EN 674, EN 675 hoặc prEN 1098 nếu không có phương pháp đo tiên tiến khác.

Bảng 1 – Các tính chất của khí

Loại khí	Nhiệt độ, θ , °C	Khối lượng riêng, ρ , kg/m ³	Độ nhớt động, μ , kg/(m.s)	Độ dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Nhiệt dung riêng, C, J/(kg.K)
Không khí	-10	1,326	$1,661 \times 10^{-5}$	$2,336 \times 10^{-5}$	$1,008 \times 10^3$
	0	1,277	$1,711 \times 10^{-5}$	$2,416 \times 10^{-5}$	
	10*	1,232	$1,761 \times 10^{-5}$	$2,496 \times 10^{-5}$	
	20	1,189	$1,811 \times 10^{-5}$	$2,576 \times 10^{-5}$	
Argon	-10	1,829	$2,038 \times 10^{-5}$	$1,584 \times 10^{-5}$	$0,519 \times 10^3$
	0	1,762	$2,101 \times 10^{-5}$	$1,634 \times 10^{-5}$	
	10*	1,699	$2,164 \times 10^{-5}$	$1,684 \times 10^{-5}$	
	20	1,640	$2,228 \times 10^{-5}$	$1,734 \times 10^{-5}$	
SF ₆ **	-10	6,844	$1,383 \times 10^{-5}$	$1,119 \times 10^{-5}$	$0,614 \times 10^3$
	0	6,602	$1,421 \times 10^{-5}$	$1,197 \times 10^{-5}$	
	10*	6,360	$1,459 \times 10^{-5}$	$1,275 \times 10^{-5}$	
	20	6,118	$1,497 \times 10^{-5}$	$1,345 \times 10^{-5}$	
Krypton	-10	3,832	$2,260 \times 10^{-5}$	$0,842 \times 10^{-5}$	$0,245 \times 10^3$
	0	3,690	$2,330 \times 10^{-5}$	$0,870 \times 10^{-5}$	
	10*	3,560	$2,400 \times 10^{-5}$	$0,900 \times 10^{-5}$	
	20	3,430	$2,470 \times 10^{-5}$	$0,926 \times 10^{-5}$	
Xenon	-10	6,121	$2,078 \times 10^{-5}$	$0,494 \times 10^{-5}$	$0,161 \times 10^3$
	0	5,897	$2,152 \times 10^{-5}$	$0,512 \times 10^{-5}$	
	10	5,689	$2,226 \times 10^{-5}$	$0,529 \times 10^{-5}$	
	20	5,495	$2,299 \times 10^{-5}$	$0,546 \times 10^{-5}$	

* Các điều kiện giới hạn được chuẩn hóa.

** Sunfua hexa florua.

7 Hệ số truyền nhiệt bên trong và bên ngoài

7.1 Hệ số truyền nhiệt bên ngoài h_e

Hệ số truyền nhiệt bên ngoài h_e là hàm của tốc độ gió, độ bức xạ và những yếu tố thời tiết khác.

Đối với những bề mặt kính thẳng đứng, giá trị h_e là $23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ được dùng để so sánh với giá trị U của kính.

CHÚ THÍCH: Nghịch đảo của $\frac{1}{h_e}$ là $0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{W}$.

Giá trị này không áp dụng khi giá trị U thay đổi do sự có mặt của những bề mặt phủ ở bên ngoài có độ bức xạ nhỏ hơn $0,837$.

Đối với những bề mặt kính không thẳng đứng, giá trị h_e được tham khảo ở Phụ lục C.3.

7.2 Hệ số truyền nhiệt bên trong h_i

Hệ số truyền nhiệt bên trong h_i tính theo công thức sau:

$$h_i = h_r + h_c \quad (10)$$

trong đó

h_r là độ dẫn nhiệt bức xạ;

h_c là độ dẫn nhiệt đối lưu.

Độ dẫn nhiệt bức xạ cho những bề mặt thủy tinh kiểm không phủ là $4,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Nếu bề mặt bên trong của kính có độ bức xạ nhỏ hơn $4,4$ thì độ dẫn nhiệt bức xạ được tính theo công thức sau:

$$h_r = \frac{4,4\varepsilon}{0,837} \quad (11)$$

trong đó

ε là độ bức xạ hiệu chỉnh của bề mặt phủ;

$0,837$ là độ bức xạ hiệu chỉnh của thủy tinh kiểm không phủ (xem 6.1).

Công thức (11) chỉ có thể áp dụng khi không có sự ngưng tụ trên bề mặt phủ. Quy trình xác định độ bức xạ hiệu chỉnh của lớp phủ được đưa ra trong Phụ lục A.

Khi đối lưu tự do (quạt thổi nhiệt được đặt bên dưới hoặc phía trên cửa sổ), giá trị h_c là $3,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

Khi dòng không khí được thổi phía trên cửa sổ, giá trị h_c sẽ lớn hơn.

Đối với bề mặt thủy tinh kiểm đặt thẳng đứng và đối lưu tự do:

$$h_i = 4,4 + 3,6 = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (12)$$

Giá trị này được tiêu chuẩn hóa để so sánh với giá trị U của kính.

CHÚ THÍCH: Nghịch đảo của $\frac{1}{h_i}$ là $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{W}$.

Đối với những bề mặt không thẳng đứng, giá trị h_i tham khảo ở Phụ lục C.3.

7.3 Giá trị U thiết kế

Để áp dụng giá trị U của kính trong thiết kế xây dựng thì việc sử dụng giá trị U công bố có thể chưa chính xác. Trong những trường hợp đặc biệt, giá trị U thiết kế sẽ được xác định theo tiêu chuẩn này. Giá trị U thiết kế phù hợp cho vị trí lắp kính và những điều kiện môi trường sẽ được áp dụng những giá trị giới hạn chuẩn như h_s , h_e và h_i .

TCVN 9502:2013

CHÚ THÍCH:

Áp dụng giá trị U công bố đối với các yếu tố môi trường bên ngoài để tính sự tổn thất nhiệt không nhất thiết dựa vào nhiệt độ chung, không hoàn toàn thích hợp cho các lớp khí được gia nhiệt bên trong. Thực tế, hầu hết các trường hợp là đúng, trừ một số trường hợp kính có diện tích bề mặt tương đối lớn và bề mặt có độ bức xạ bên trong thấp, sai số có thể tăng lên.

Để tính sự mất nhiệt tham khảo C.4 và C.5 hoặc những tiêu chuẩn liên quan.

8 Giá trị công bố: các điều kiện giới hạn được tiêu chuẩn hóa

Đối với tất cả các trường hợp, giá trị U được đưa ra với mục đích khuyến khích, những giá trị giới hạn dưới đây sẽ được dùng. Những giá trị giới hạn được công bố bao gồm:

r	Nhiệt trở của thủy tinh kiềm	1,0 m.K/W
ϵ	Độ bức xạ hiệu chỉnh của bề mặt thủy tinh kiềm và thủy tinh borosilicate không phủ	0,837
ΔT	Chênh lệch nhiệt độ giữa các bề mặt thủy tinh	15 K
T_m	Nhiệt độ trung bình của lớp khí	283 K
σ	Hằng số Stefan – Boltzmann	$5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
h_e	Hệ số truyền nhiệt bên ngoài đối với bề mặt thủy tinh kiềm không phủ	23 $\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
h_i	Hệ số truyền nhiệt bên trong đối với bề mặt thủy tinh kiềm không phủ	8 $\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
A	Hằng số	0,035
n	Số mũ	0,38

Những giá trị giới hạn đã được tiêu chuẩn hóa cho tính chất của khí đưa ra ở Bảng 1 với nhiệt độ 10 °C (283K).

9 Biểu thị kết quả

9.1 Giá trị U

Giá trị U sẽ được thể hiện bằng $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ làm tròn đến một số sau dấu phẩy. Nếu số thứ hai sau dấu phẩy là năm nó sẽ được làm tròn đến giá trị cao hơn.

Ví dụ 1: 1,53 thành 1,5;

Ví dụ 2: 1,55 thành 1,6;

Ví dụ 3: 1,549 thành 1,5.

9.2 Độ bức xạ

Khi vật liệu có độ bức xạ chuẩn hoặc bức xạ hiệu chỉnh thì giá trị này được lấy đến hai số sau dấu phẩy.

9.3 Giá trị trung gian

Những giá trị trung gian không được làm tròn trong khi tính.

10 Báo cáo thử nghiệm

10.1 Thông tin bao gồm trong báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm nêu rõ những thông tin trong 10.2.

10.2 Nhận dạng mẫu kính

- Tổng chiều dày danh nghĩa của kính (milimét);
- Chiều dày danh nghĩa của mỗi tấm kính riêng (milimét);
- Chiều dày danh nghĩa của mỗi lớp vật liệu, nếu có (milimét);
- Chiều dày danh nghĩa của một hoặc nhiều lớp khí (milimét);
- Loại khí điền đầy;
- Vị trí của lớp phủ phản xạ tia hồng ngoại (nếu có);
- Độ nghiêng của kính (góc theo chiều ngang);
- Các điều kiện khác xuất phát từ những điều kiện giới hạn được tiêu chuẩn hóa.

10.3 Mặt cắt ngang của kết cấu kính

Hình mặt cắt sẽ cho thấy cấu trúc của kết cấu kính (vị trí, chiều dày của tấm kính, của các lớp khí và của lớp vật liệu, vị trí của lớp phủ, loại khí được sử dụng).

Các lớp kính, các vật liệu khác và các lớp khí sẽ được đánh số bắt đầu từ tấm ngoài cùng.

10.4 Kết quả

- Độ bức xạ hiệu chỉnh của lớp phủ, trong trường hợp lớp phủ làm thay đổi độ bức xạ;
- Hệ số truyền nhiệt bên trong h_i , trong trường hợp lớp phủ thay đổi hệ số bức xạ $[W/(m^2.K)]$;
- Độ dẫn nhiệt tổng của kính, h_t $[W/(m^2.K)]$;
- Giá trị U của kính $[W/(m^2.K)]$;
- h_s , h_e và h_j nếu tính giá trị U thiết kế $[W/(m^2.K)]$.

Phụ lục A

(Quy định)

Xác định độ bức xạ hiệu chỉnh và độ bức xạ pháp tuyến

CHÚ THÍCH: Phụ lục này phù hợp với Phụ lục C mục C.6.

A.1. Xác định độ bức xạ pháp tuyến ϵ_n

Độ bức xạ pháp tuyến, ϵ_n , của bề mặt phủ được tính từ đường cong hệ số phản xạ phổ đo được tại đường pháp tuyến (góc tới bằng không) với máy phổ hồng ngoại theo quy trình sau:

Hệ số phản xạ pháp tuyến, R_n , ở nhiệt độ trung bình 283 K được xác định từ đường cong bằng cách sử dụng hệ số phản xạ phổ trung bình, $R_n(\lambda)$, đo tại 30 bước sóng trong Bảng A.1.

$$R_n = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{i=30} R_n(\lambda_i) \quad (\text{A.1})$$

Độ bức xạ pháp tuyến, ϵ_n , ở 283 K tính theo công thức:

$$\epsilon_n = 1 - R_n \quad (\text{A.2})$$

CHÚ THÍCH: Đối với độ bức xạ tại nhiệt độ môi trường khác không phụ thuộc vào nhiệt độ trung bình.

Bảng A.1 – Bước sóng λ_i để xác định hệ số phản xạ pháp tuyến, R_n ở 283 K

Số thứ tự, i	Bước sóng λ_i , μm	Số tự tự, i	Bước sóng λ_i , μm
1	5,5	16	14,8
2	6,7	17	15,6
3	7,4	18	16,3
4	8,1	19	17,2
5	8,6	20	18,1
6	9,2	21	19,2
7	9,7	22	20,3
8	10,2	23	21,7
9	10,7	24	23,3
10	11,3	25	25,2
11	11,8	26	27,7
12	12,4	27	30,9
13	12,9	28	35,7
14	13,5	29	43,9
15	14,2	30	50,0*

* 50 μm được chọn vì bước sóng này là giới hạn lớn nhất mà các máy phổ hiện có. Lựa chọn này không ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của phép tính.

A.2 Xác định độ bức xạ hiệu chỉnh ϵ

Độ bức xạ hiệu chỉnh, ϵ , được xác định theo độ bức xạ pháp tuyến nhân với tỷ lệ đưa ra ở Bảng A.2.

Các giá trị khác có thể tính được bằng phương pháp nội suy tuyến tính hoặc ngoại suy.

Bảng A.2 – Các yếu tố cần để tính độ bức xạ hiệu chỉnh ϵ từ độ bức xạ pháp tuyến ϵ_n

Độ bức xạ pháp tuyến, ϵ_n	Tỷ lệ, $\frac{\epsilon}{\epsilon_n}$
0,03	1,22
0,05	1,18
0,1	1,14
0,2	1,10
0,3	1,06
0,4	1,03
0,5	1,00
0,6	0,98
0,7	0,96
0,8	0,95
0,89	0,94

Phụ lục B
(Quy định)

Quy trình tính lặp lại đối với kính có nhiều hơn một lớp khí

Đối với kính có nhiều hơn một lớp khí ($N > 1$), phép tính sẽ được tính bằng quy trình lặp lại (ví dụ ở Bảng B.1), trong đó độ dẫn nhiệt h_s của một lớp khí được xác định ở nhiệt độ trung bình 283 K (Khi nhiệt độ trung bình chênh lệch nhỏ so với 283 K có thể bỏ qua).

Đối với bước đầu của quy trình tính lặp lại, chênh lệch nhiệt độ $\Delta T = 15/N(K)$ cho mỗi lớp khí được tính theo công thức (7).

Độ dẫn nhiệt của lớp khí h_s đã có, giá trị ΔT_s cho mỗi lớp sẽ được tính theo phương trình:

$$\Delta T_s = \frac{1/h_s}{\sum_1^N 1/h_s} \quad (\text{B.1})$$

Giá trị ΔT_s này được dùng cho việc lặp lại lần hai và các lần tiếp theo.

Quy trình tính sẽ được lặp lại cho đến khi nhiệt trở của kính $\sum_1^N 1/h_s$ từ phương trình (2) hội tụ ở lần tính thứ 3 (thường không lớn hơn 3 lần lặp và ít khi là 4 lần lặp). Nhiệt trở hội tụ này sẽ được dùng ở phương trình (2) và (1) để tính giá trị U.

Trong đó, các giá trị h_s ban đầu bằng nhau, sự chênh lệch nhiệt độ tương ứng được đưa ra bởi $\Delta T = 15/N (K)$ và sự lặp lại là không cần thiết.

Bảng B.1 Ví dụ về tính lặp lại cho loại kính ba lớp với những đặc tính sau: cấu trúc 4/12/4/12/4; một lớp phủ ở lớp khí thứ 2 với $\epsilon_n = 0,1$ ($\epsilon = 0,114$); cả hai lớp khí là SF_6 .

Số lần lặp	1	2	3	4
$1/h_s$ cho lớp 1 ($m^2.K/W$)	0,1631	0,1732	0,1708	0,1713
$1/h_s$ cho lớp 2 ($m^2.K/W$)	0,3327	0,3036	0,3087	0,3076
$\sum_1^2 1/h_s$	0,4958	0,4768	0,4795	0,4789
ΔT cho lớp 1 (K)	4,93	5,45	5,34	5,37
ΔT cho lớp 2 (K)	10,07	9,55	9,66	9,63
Giá trị U ($W/(m^2.K)$)	1,48	1,52	1,51	1,51

Phụ lục C

(Thư mục tài liệu)

C.1 prEN 30077, Cửa sổ, cửa đi và cửa chớp – Hệ số truyền nhiệt – Phương pháp tính. (ISO/DIS 11077 : 1993).

C.2 prEN 410, Kính xây dựng – Xác định hệ số truyền sáng, hệ số truyền ánh sáng mặt trời trực tiếp, hệ số truyền tổng năng lượng mặt trời, hệ số truyền tia tử ngoại và các đặc tính hệ kính liên quan.

C.3 Kết cấu tòa nhà và những bộ phận tòa nhà – Nhiệt trở và hệ số truyền nhiệt – Phương pháp tính. (ISO/DIS 6946-1 : 1995) (WI: 00089013).

D.4 prEN 832, Hiệu suất nhiệt trong tòa nhà – Tính năng lượng sử dụng cho đốt nóng – Nhà ở.

C.5 EN ISO 10211-1, Cầu nhiệt trong công trình xây dựng – Dòng nhiệt và nhiệt độ bề mặt – Phần 1: Phương pháp tính chung (ISO 10211-1:1995).

C.6 prEN 12898, Kính xây dựng – Xác định hệ số bức xạ.

Phụ lục D
(Tham khảo)

Cách tính hệ số truyền nhiệt (giá trị U) đối với một loại kính cụ thể

D.1 Giá trị U được tính theo công thức (1)

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i} \quad (1)$$

trong đó

- $h_e = 23 \text{ W/m}^2.\text{K}$ $\longrightarrow 1/h_e = 0,04 \text{ m}^2.\text{k/W}$.
- $h_i = 4,4 + 3,6 = 8,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$ $\longrightarrow 1/h_i = 0,13 \text{ m}^2.\text{k/W}$
- h_t – Hệ số dẫn nhiệt tổng của kính là được tính theo công thức (2).
- Nhiệt trở của các lớp khí lại được tính theo công thức (3),
- Hệ số dẫn nhiệt của lớp khí bằng hệ số dẫn nhiệt bức xạ h_r , tính theo công thức (4)
- Hệ số dẫn nhiệt đối lưu h_g tính theo công thức (5).

Tính toán đối với các chuẩn số Nu, Gr, Pr theo công thức 6, 7, 8. Xác định các hệ số A và n đối với từng trường hợp kính đặt thẳng đứng và kính đặt nằm ngang và nằm nghiêng.

Đối với kính có nhiều hơn 1 lớp khí thì tính toán giá trị U theo Phụ lục B bằng thuật toán lặp lại.

D.2 Ví dụ: xác định hệ số truyền nhiệt đối với kính 2 lớp với những đặc tính sau: cấu trúc 4/12/4; thủy tinh kiềm; một lớp khí là SF6.

Công thức số	Công thức tính	Thông số	Kết quả
8	$Pr = \frac{\mu c}{\lambda}$	$\mu = 1,497 \cdot 10^{-5} \text{ (kg/m.s)}$ $c = 0,614 \cdot 10^3 \text{ (J/kg.K)}$; $\lambda = 1,345 \cdot 10^{-5} \text{ (W/m.K)}$	683,39
7	$Gr = \frac{9,81.s^3.\Delta T.\rho^2}{T_m.\mu^2}$	$s = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $\Delta T = 15\text{K}$; $T_m = 293\text{K}$ $\rho = 6,118 \text{ (kg/m}^3\text{)}$; $\mu = 1,497 \cdot 10^{-5} \text{ (kg/m.s)}$	216876,10
6	$Nu = A(Gr Pr)^n$	$A = 0,035$; $n = 0,38$	44,57
5	$h_g = Nu_s \frac{\lambda}{s}$	$s = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $\lambda = 1,345 \cdot 10^{-5} \text{ (W/m.K)}$	0,0499
4	$h_r = 4\sigma \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)^{-1} T_m^3$	$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,837$; $T_m = 293 \text{ K}$ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2.\text{K}^4\text{)}$	4,0913
3	$h_s = h_r + h_g$	$h_r = 4,09$; $h_g = 0,05$	4,1412
2	$\frac{1}{h_t} = \frac{1}{h_s} + d_1.r_1$	$d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $r = 1,0 \text{ mK/W}$;	0,2455
1	$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e} = 0,04 \text{ m}^2.\text{k/W}$; $\frac{1}{h_i} = 0,13 \text{ m}^2.\text{k/W}$	0,4155
	U		2,4

THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. BS EN 673 : 1998 Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Calculation method.
2. JIS R 3107 : 1998 Evaluation on thermal resistance of flat glasses and thermal transmittance of glazing.
3. BS EN 674 : 1998 Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Guarded hot plate method.
4. BS EN 675 : 1998 Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Heat flow meter method.
5. Classification Report Thermal Transmittance – ROSENHEIM

www.ift-rosenheim.se

6. Giáo trình kỹ thuật nhiệt – Đại học Bách khoa Hà Nội – Trần Văn Phú – xuất bản năm 2007.
 7. Truyền nhiệt - Đại học Bách khoa Hà Nội – Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú – xuất bản năm 2004.
 8. BS 6993 (1989): Thermal and radiometric properties of glazing, Part 1: method for calculation of the steady state U-value.
-