ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54166— 2010 (ЕН 673:1997)

Стекло и изделия из него

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Метод расчета сопротивления теплопередаче

EN 673:1997
Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) — Calculation method
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2012

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Институт стекла» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 41 «Стекло»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. № 938-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к европейскому стандарту ЕН 673:1997 «Стекло в строительстве — Определение коэффициента теплопередачи (величины *U*) — Метод расчета» (EN 673:1997 «Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) — Calculation method») путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного европейского стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2012

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Обозначения 2
4 Термины и определения 2
5 Основные формулы 3
6 Основные свойства материалов 4
7 Коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена 6
8 Декларируемые значения: стандартизованные граничные условия 7
9 Представление результатов расчета 7
10 Протокол расчета 7
Приложение В (обязательное) Метод последовательных приближений для расчета *величин R и U* остекления с двумя и более газовыми промежутками 9
Приложение ДА (справочное) Положения европейского стандарта ЕН 673:1997, не включенные в настоящий стандарт 10
Библиография 12

Введение

Для оценки передачи тепла через ограждающие конструкции зданий, в том числе остекление, в европейских странах принято использовать коэффициент теплопередачи (величину *U*), в Российской Федерации — сопротивление теплопередаче (величину *R*, обратную величине *U*).

Европейский стандарт ЕН 673:1997 устанавливает метод расчета коэффициента теплопередачи (величины *U*) остекления. Для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей изложения национальных стандартов (в соответствии с ГОСТ Р 1.5) в настоящий стандарт включены дополнительные по отношению к европейскому стандарту ЕН 673:1997 положения и редакционные изменения, касающиеся введения понятия сопротивления теплопередаче, расчета величины *R*, учета климатических особенностей региона применения остекления.

Приведенные в ЕН 673:1997ссылки на стандарты ЕН 674, ЕН 675, прЕН 1098, устанавливающие требования к методам измерения коэффициента теплопередачи, заменены ссылкой на ГОСТ Р 54165—2010 (ИСО 10293:1997) «Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Метод определения сопротивления теплопередаче», устанавливающий требования к измерению коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередаче. Кроме того, в стандарт включена ссылка на ГОСТ Р 54168 «Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение коэффициента эмиссии» (ЕН 12898:2001, NEQ), заменяющая ссылки на приложение А ЕН 673:1997. Для соблюдения требований ГОСТ Р 1.5 в стандарт добавлен элемент библиография.

Все указанные технические отклонения внесены непосредственно в текст используемого стандарта и выделены курсивом.

В настоящий стандарт не включены следующие элементы европейского стандарта ЕН 673:1997:

- приложение А, содержащее метод определения коэффициента эмиссии, в связи с тем, что в Российской Федерации действует ГОСТ Р 54168, распространяющийся на тот же объект стандартизации, что и указанное приложение (ссылки на приложение А заменены ссылками на ГОСТ Р 54168);

- приложение С (библиография) вместе со ссылками на содержащиеся в нем документы, так как все ссылки имеют справочный характер, а указанные документы не применяются в Российской Федерации;

- отдельные абзацы разделов 1, 7, имеющие рекомендательный, поясняющий или справочный характер и не имеющие непосредственного отношения к объекту стандартизации.

Текст указанных приложений и абзацев, не включенных в настоящий стандарт, приведен в дополнительном приложении ДА.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Стекло и изделия из него

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Метод расчета сопротивления теплопередаче

Glass and glass products. Thermal properties determination methods. Thermal resistance calculation method

Дата введения — 2012—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод расчета *сопротивления теплопередаче и коэффициента теплопередачи* остекления с плоскими параллельными поверхностями.

Настоящий стандарт распространяется на стекло без покрытия (включая стекло с поверхностным рельефом, например, узорчатое стекло), стекло с покрытием и материалы, непрозрачные в дальнем инфракрасном диапазоне, к которым относятся изделия из натрий-кальций-силикатного стекла (в дальнейшем называемые натрий-кальциевым стеклом), боросиликатное стекло и стеклокерамика, а также на многослойное остекление, состоящее из таких стекол и/или материалов. Стандарт не распространяется на многослойное остекление, содержащее в газовых промежутках листы или пленки, прозрачные в дальнем инфракрасном диапазоне. Процедура, установленная настоящим стандартом, позволяет определить *величины R (сопротивление теплопередаче) и U (коэффициент теплопередачи)* в центральной зоне остекления.

Краевые эффекты, вызываемые тепловым мостиком через дистанционную рамку клееного стеклопакета или оконную раму, не учитываются. Перенос энергии за счет солнечного излучения также не учитывается.

Величины R и U, рассчитанные для компонентов остекления в соответствии с настоящим стандартом, используют при расчете общих значений *R и U* для окон, дверей и иных ограждающих конструкций.

Для целей сравнения различных вариантов остекления *величины R и U* определяют при вертикальном положении остекления. Кроме того, *величины R и U* могут быть рассчитаны для других целей, в частности для определения:

- потерь тепла через остекление;
- притока тепла за счет теплопропускания в летний период;
- возможности образования конденсата на поверхностях остекления;
- влияния поглощенного солнечного излучения при определении солнечного фактора.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 54165—2010 (ИСО 10293:1997) Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Метод определения сопротивления теплопередаче

ГОСТ Р 54168—2010 Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение коэффициента эмиссии

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому ин-

Издание официальное

формационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:
A — константа;
c — удельная теплоемкость газа, Дж/(кг · К);
d — толщина слоя материала (стекла или другого материала остекления), м;
F — объемная доля;
h — коэффициент термического пропускания, Вт/(м^2 · К),
также коэффициент теплообмена, Вт/(м^2 · К);
M — количество слоев материалов;
n — показатель степени;
N — количество газовых промежутков;
r — термическое сопротивление стекла (материала остекления), м · К/Вт;
P — свойство газа;
R_n — нормальная отражательная способность (при падении перпендикулярно поверхности);
R — *сопротивление теплопередаче, м^2 · К/Вт;*
s — ширина газового промежутка, м;
T — абсолютная температура, К;
U — коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2 · К);
v — *скорость ветра вблизи остекления, м/с;*
ΔT — перепад температур, К;
ε — откорректированный коэффициент эмиссии;
ε_n — нормальный коэффициент эмиссии (перпендикулярно поверхности);
ρ — плотность газа, кг/м^3;
σ — постоянная Стефана-Больцмана 5,67 × 10^{-8}, Вт/(м^2 · К^4);
μ — динамическая вязкость газа, кг/(м · с);
λ — теплопроводность газа в промежутке, Вт/(м · К), также длина волны, мкм;
θ — температура по шкале Цельсия, °С.
Безразмерные числа:
Gr — число Грасгофа;
Nu — число Нуссельта;
Pr — число Прандтля.
Индексы:
c — конвекция;
e — внешний;
i — внутренний;
j — *j*-ый слой материала;
g — газ;
m — среднее;
n — нормальное;
r — излучение;
s — газовый промежуток;
t — общее;
1; 2 — первое, второе и т. д.

4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 **коэффициент теплопередачи; величина *U*** (*U* value), **Вт/(м^2 · К):** Параметр остекления, характеризующий передачу тепла через центральную зону остекления без учета краевых эффектов,

равный отношению плотности стационарного теплового потока к перепаду температур окружающей среды по разные стороны остекления.

4.2 **декларируемое значение** (declared value): Значение величины *R* (*U*), рассчитанное *для вертикального остекления* при стандартизованных граничных условиях (см. раздел 8).

4.3 ***сопротивление теплопередаче; величина R, м²·К/Вт:*** *Величина, обратная коэффициенту теплопередачи.*

4.4 ***проектное значение:*** *Значение величины R (U), рассчитанное при нестандартизованных граничных условиях, учитывающих расположение остекления, климатические и другие географические особенности региона применения (см. 7.3).*

5 Основные формулы

5.1 *Величины R и U*

Величины R и U определяют по формуле

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i}, \quad (1)$$

где h_e и h_i — коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена;

h_t — коэффициент общего термического пропускания остекления.

Общее термическое сопротивление остекления $\frac{1}{h_t}$ *определяют по формуле*

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

где h_s — коэффициент термического пропускания каждого газового промежутка;

N — количество газовых промежутков;

d_j — толщина каждого слоя материала остекления;

r_j — термическое сопротивление каждого материала (термическое сопротивление натрий-кальциевого стекла равно1,0 м·К/Вт);

M — количество слоев материалов.

Коэффициент термического пропускания газового промежутка h_s *определяют по формуле*

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

где h_r — коэффициент термического пропускания за счет излучения;

h_g — коэффициент термического пропускания газа.

Для остекления с двумя и более газовыми промежутками *величины R и U* следует вычислять методом последовательных приближений (см. приложение В).

5.2 Коэффициент термического пропускания за счет излучения h_r

Коэффициент термического пропускания за счет излучения h_r определяют по формуле

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

где σ — постоянная Стефана-Больцмана;

T_m — средняя абсолютная температура газового промежутка;

ε_1 и ε_2 — откорректированные коэффициенты эмиссии *ограждающих поверхностей* при температуре T_m.

5.3 Коэффициент термического пропускания газа h_g

Коэффициент термического пропускания газа h_g определяют по формуле

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

где s — ширина газового промежутка;

λ — теплопроводность газа;

Nu — число Нуссельта.

Число Нуссельта Nu определяют по формуле

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

где A — константа*(см. 5.3.1, 5.3.2)*;
Gr — число Грасгофа;
Pr — число Прандтля;
n — показатель степени *(см. 5.3.1, 5.3.2)*.

Числа Грасгофа Gr и Прандтля Pr определяют по формулам:

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

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

где ΔT — перепад температур между поверхностями стекол, ограждающими газовый промежуток;
ρ — плотность газа;
μ — динамическая вязкость газа;
c — удельная теплоемкость газа;
T_m — средняя температура газа.

Если полученное по формуле (6) значение *Nu* меньше единицы, то в формулу (5) вместо значения *Nu* подставляют единицу.

5.3.1 Вертикальное остекление

Для вертикального остекления:

$A = 0{,}035$;

$n = 0{,}38$.

5.3.2 Горизонтальное и наклонное остекление

При восходящем потоке тепла для горизонтального или наклонного остекления увеличивается передача тепла за счет конвекции.

Для учета этого эффекта в формулу (6) подставляют следующие значения A и n:

- горизонтальные промежутки: $A = 0{,}16$, $n = 0{,}28$;
- промежутки под углом 45°: $A = 0{,}10$, $n = 0{,}31$.

Для остекления, расположенного под другим углом, значения A и n определяют линейной интерполяцией.

При нисходящем потоке тепла конвекцию считают подавленной и в формулу (5) подставляют $Nu = 1$.

6 Основные свойства материалов

6.1 Коэффициент эмиссии

Для расчета коэффициента термического пропускания за счет излучения h_r по формуле (4) требуются откорректированные коэффициенты эмиссии ε поверхностей, ограждающих внутренние промежутки.

Для поверхности натрий-кальциевого стекла без покрытия или для поверхностей натрий-кальциевого стекла с покрытиями, не оказывающими влияния на коэффициент эмиссии, следует использовать значение откорректированного коэффициента эмиссии, равное 0,837.

Примечание 1 — С приемлемой точностью то же значение может быть использовано для боросиликатного стекла без покрытия и стеклокерамики.

Для других поверхностей с покрытием откорректированный и нормальный коэффициенты эмиссии определяют по *ГОСТ Р 54168*.

Примечание 2 — Теоретически можно предложить два разных определения коэффициента эмиссии для описания обмена излучением:

а) между поверхностями стекол, обращенных друг к другу в остеклении;

б) между помещением и поверхностью стекла, обращенной в помещение.

Однако на практике обнаруженная разность этих значений пренебрежимо мала. Таким образом, откорректированный коэффициент эмиссии описывает оба типа теплообмена с достаточной точностью.

6.2 Свойства газа

Для расчета требуются следующие свойства газа, заполняющего межстекольное пространство:

- удельная теплопроводность λ;
- плотность ρ;
- динамическая вязкость μ;
- удельная теплоемкость c.

Соответствующие значения подставляют в формулы (7) и (8) для расчета чисел Грасгофа и Прандтля, затем определяют число Нуссельта по формуле (6).

Если расчетное значение числа Нуссельта больше единицы, это означает, что возникает конвекция, увеличивающая интенсивность теплового потока.

Если расчетное значение числа Нуссельта меньше единицы, это означает, что перенос тепла в газе происходит только за счет теплопроводности. В этом случае число Нуссельта принимают равным предельному значению — единице. Коэффициент термического пропускания газа h_g определяют по формуле (5).

Свойства газов, применяемых для изготовления клееных стеклопакетов, приведены в таблице 1.

С достаточной точностью можно считать, что во всех применяемых на практике газовых смесях свойства газов пропорциональны их объемным долям:

если объемная доля газа 1 – F_1, газа 2 – F_2 и т. д., то

$$P = P_1F_1 + P_2F_2, \qquad (9)$$

где P — соответствующее свойство: теплопроводность, плотность, вязкость или удельная теплоемкость.

Таблица 1 — Свойства газов, *применяемых для изготовления клеевых стеклопакетов*

Газ	Температура θ, °С	Плотность ρ, кг/м^3	Динамическая вязкость μ, кг/(м с)	Теплопроводность λ, Вт/(м · К)	Удельная теплоемкость c, Дж/(кг · К)
Воздух	–10	1,326	$1{,}661 \times 10^{-5}$	$2{,}336 \times 10^{-2}$	$1{,}008 \times 10^3$
	0	1,277	$1{,}711 \times 10^{-5}$	$2{,}416 \times 10^{-2}$	
	10*	1,232	$1{,}761 \times 10^{-5}$	$2{,}496 \times 10^{-2}$	
	20	1,189	$1{,}811 \times 10^{-5}$	$2{,}576 \times 10^{-2}$	
Аргон	–10	1,829	$2{,}038 \times 10^{-5}$	$1{,}584 \times 10^{-2}$	$0{,}519 \times 10^3$
	0	1,762	$2{,}101 \times 10^{-5}$	$1{,}634 \times 10^{-2}$	
	10*	1,699	$2{,}164 \times 10^{-5}$	$1{,}684 \times 10^{-2}$	
	20	1,640	$2{,}228 \times 10^{-5}$	$1{,}734 \times 10^{-2}$	
SF_6**	–10	6,844	$1{,}383 \times 10^{-5}$	$1{,}119 \times 10^{-2}$	$0{,}614 \times 10^3$
	0	6,602	$1{,}421 \times 10^{-5}$	$1{,}197 \times 10^{-2}$	
	10*	6,360	$1{,}459 \times 10^{-5}$	$1{,}275 \times 10^{-2}$	
	20	6,118	$1{,}497 \times 10^{-5}$	$1{,}354 \times 10^{-2}$	
Криптон	–10	3,832	$2{,}260 \times 10^{-5}$	$0{,}842 \times 10^{-2}$	$0{,}245 \times 10^3$
	0	3,690	$2{,}330 \times 10^{-5}$	$0{,}870 \times 10^{-2}$	
	10*	3,560	$2{,}400 \times 10^{-5}$	$0{,}900 \times 10^{-2}$	
	20	3,430	$2{,}470 \times 10^{-5}$	$0{,}926 \times 10^{-2}$	
Ксенон	–10	6,121	$2{,}078 \times 10^{-5}$	$0{,}494 \times 10^{-2}$	$0{,}161 \times 10^3$
	0	5,897	$2{,}152 \times 10^{-5}$	$0{,}512 \times 10^{-2}$	
	10*	5,689	$2{,}226 \times 10^{-5}$	$0{,}529 \times 10^{-2}$	
	20	5,495	$2{,}299 \times 10^{-5}$	$0{,}546 \times 10^{-2}$	

* Стандартизованное граничное условие.

** Гексафторид серы.

6.3 Инфракрасное поглощение газа

Некоторые газы поглощают инфракрасное излучение в диапазоне от 5 до 50 мкм. Эффект от использования такого газа в сочетании с покрытием, коэффициент эмиссии которого менее 0,2, не учитывают из-за низкой плотности результирующего потока инфракрасного излучения.

В остальных случаях, если необходимо учесть возможное улучшение характеристик остекления, *величины R и U* измеряют по *ГОСТ Р 54165*.

7 Коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена

7.1 Коэффициент внешнего теплообмена h_e

Коэффициент внешнего теплообмена h_e является функцией коэффициента эмиссии, скорости ветра вблизи остекления и других климатических факторов.

Приближенно считают, что h_e зависит от скорости ветра v вблизи остекления и определяют по формуле:

$$h_e = 10{,}0 + 4{,}1v. \qquad (9а)$$

При определении *величин R и U* для целей сравнения для обычных вертикальных стеклянных поверхностей используют стандартизованное значение h_e = 23 Вт/(м^2 · К).

Примечание — Обратная величина, округленная до двух знаков после запятой, $\frac{1}{h_e}$ = 0,04 м^2 · К/Вт.

Улучшение *значений R и U* из-за наличия на внешней поверхности остекления покрытия с коэффициентом эмиссии менее 0,837 не учитывают.

Значения h_e для невертикальных поверхностей определяют по*[1]*.

7.2 Коэффициент внутреннего теплообмена h_i

Коэффициент внутреннего теплообмена h_i определяют по формуле

$$h_i = h_r + h_c, \qquad (10)$$

где h_r — коэффициент термического пропускания за счет излучения;

h_c — коэффициент конвекционного термического пропускания.

Для поверхности натрий-кальциевого стекла без покрытия h_r = 4,4 Вт/(м^2 · К). Если внутренняя поверхность остекления имеет пониженный коэффициент эмиссии, коэффициент термического пропускания за счет излучения h_r определяют по формуле

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

где ε — откорректированный коэффициент эмиссии поверхности с покрытием;

0,837 — откорректированный коэффициент эмиссии натрий-кальциевого стекла без покрытия (см. 6.1).

Формула применима, если на поверхности с покрытием отсутствует конденсация. Откорректированный коэффициент эмиссии покрытия определяют по *ГОСТ Р 54168*.

В случае свободной конвекции h_c = 3,6 Вт/(м^2 · К). Значение h_c может быть больше, если ниже или выше окна расположен отопительный прибор с принудительной вентиляцией и поток воздуха направлен на окно.

При определении *величин R и U* для целей сравнения для вертикальных поверхностей натрий-кальциевого стекла и свободной конвекции используют стандартизованное значение h_i

$$h_i = 4{,}4 + 3{,}6 = 8{,}0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}. \qquad (12)$$

Примечание — Для поверхностей натрий-кальциевого стекла обратная величина, округленная до двух знаков после запятой, $\frac{1}{h_i}$ = 0,13 м^3 · К/Вт.

Значения h_i для невертикальных поверхностей определяют по *[1]*.

7.3 Проектные значения

Для проектирования остекления зданий декларируемые *значения R и U* могут быть недостаточно точными. В этом случае определяют проектные значения с использованием метода, установленного настоящим стандартом.

Проектные *значения R и U (обозначаемые R_d и U_d соответственно)*, соответствующие расположению остекления и условиям окружающей среды, определяют *с учетом климатических и других географических особенностей региона применения, то есть при нестандартизованных граничных условиях*.

Примечание — Использование декларируемого значения ограждающей строительной конструкции для расчета потерь тепла на основе формальной средней температуры во внутренних нагретых промежутках не всегда возможно. В большинстве встречающихся на практике случаев это допускается, но для элементов остекления с от-

носительно большой площадью поверхности и, особенно, при наличии на внутренней поверхности низкоэмиссионного покрытия могут возникать ошибки.

Нестандартизованные граничные условия рекомендуется определять по [2]. Если значения R_d и U_d используют для проектирования с учетом климатических параметров холодного периода года, граничные условия выбирают таким образом, чтобы температура наружного воздуха соответствовала температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, а скорость ветра — значению средней скорости ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С.

Значения R_d и U_d рассчитывают по формуле (1) с использованием соответствующих нестандартизованных граничных значений h_e и h_i.

8 Декларируемые значения: стандартизованные граничные условия

Декларируемые *значения R и U*, используемые для целей *сравнения и/или* продвижения продукции, определяют при следующих стандартизованных граничных условиях:

- термическое сопротивление натрий-кальциевого стекла r = 1,0 м · К/Вт;
- откорректированный коэффициент эмиссии поверхности без покрытия для натрий-кальциевого стекла и боросиликатного стекла ε = 0,837;
- перепад температур между граничными поверхностями стекла в остеклении ΔT = 15 К;
- средняя температура газового промежутка T_m = 283 К;
- постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}$ Вт/(м^2 · К^4);
- коэффициент внешнего теплообмена для поверхности натрий-кальциевого стекла без покрытия h_e = 23 Вт/(м^2 · К);
- коэффициент внутреннего теплообмена для поверхности натрий-кальциевого стекла без покрытия h_i = 8 Вт/(м^2 · К);
- константа A = 0,035;
- показатель степени n = 0,38.

Стандартизованные граничные условия для свойств газов приведены в таблице 1 для температуры 10 °С (283 К).

9 Представление результатов расчета

9.1 *Коэффициент теплопередачи U и сопротивление теплопередаче R*

Значения величины U, Вт/(м^2 · К), округляют до одного знака после запятой. Если второй знак после запятой равен пяти, его округляют до большего значения.

Пример 1 — 1,53 округляют до 1,5.
Пример 2 — 1,55 округляют до 1,6.
Пример 3 — 1,549 округляют до 1,5.

Значения величины R, м^2 · К/Вт, округляют до двух знаков после запятой.

9.2 Коэффициент эмиссии

Значение коэффициента эмиссии округляют до двух знаков после запятой.

9.3 Промежуточные значения

Промежуточные значения, получаемые в ходе расчетов, не округляют.

10 Протокол расчета

10.1 *Общая информация*

Наименование документа и его идентификация (например, номер и дата оформления), а также идентификация каждой страницы, обеспечивающая признание страницы как части данного документа.

Наименование, адрес организации, проводившей расчет.

Наименование и адрес организации — заказчика расчета.

Обозначение настоящего стандарта.

Фамилии, инициалы, должности и подписи сотрудников, проводивших расчет.

10.2 Идентификационные данные остекления

Общая номинальная толщина остекления, мм.

Номинальная толщина каждого листа стекла, мм.

Номинальная толщина каждого слоя материала (при наличии), мм.

Номинальная ширина газового промежутка (промежутков), мм.

Тип газового заполнения.

Расположение ИК-отражающего покрытия (при наличии).

Наклон остекления (угол к горизонтали).

Условия, отличающиеся от стандартизованных граничных условий, *указанных в разделе 8*.

10.3 Поперечное сечение остекления

Рисунок с изображением структуры остекления (положение и толщина листов стекла и слоев материалов, положение покрытия (покрытий), положение и ширина газового промежутка (промежутков), тип газового заполнения).

Слои стекла и других материалов и газовые промежутки должны быть пронумерованы, начиная с наружного листа (со стороны улицы).

10.4 Результаты расчета

Откорректированный коэффициент эмиссии покрытия, если покрытие изменяет коэффициент эмиссии.

Коэффициент внутреннего теплообмена h_i, Вт/(м^2 · К), если покрытие изменяет коэффициент эмиссии.

Коэффициент общего термического пропускания остекления h_t, Вт/(м^2 · К).

Величина U (U_d) остекления, Вт/(м^2 · К).

Величина R (R_d) остекления, м^2 · К/Вт.

Значения h_s, h_e и h_i, Вт/(м^2 · К), использованные для расчета проектных значений R_d и U_d.

Дополнительная информация (при необходимости) для однозначного понимания и правильного применения результатов расчета.

Приложение В
(обязательное)

Метод последовательных приближений для расчета *величин R и U* остекления с двумя и более газовыми промежутками

Для остекления с двумя и более газовыми промежутками ($N > 1$) расчет проводят методом последовательных приближений. Коэффициенты термического пропускания h_s каждого газового промежутка определяют при средней температуре 283 К (при этом достигается достаточная точность, поскольку влиянием малых отклонений от 283 К можно пренебречь).

На первом этапе в формулу (7) подставляют значение перепада температур $\Delta T = \frac{15}{N}$ для каждого промежутка.

После расчета начальных значений коэффициентов термического пропускания газовых промежутков h_s новые значения ΔT_s для каждого промежутка определяют по формуле

$$\Delta T_s = \left(\frac{\frac{1}{h_s}}{\sum_1^N \frac{1}{h_s}} \right) \cdot \quad \text{(В.1)}$$

Эти значения ΔT_s используют на второй итерации.

Процедуру последовательных приближений повторяют до тех пор, пока термическое сопротивление остекления $\sum_1^N \frac{1}{h_s}$ (см.формулу (2)) не сойдется с точностью до третьей значащей цифры (обычно достаточно не более трех итераций, в редких случаях требуется четыре итерации).

Полученное значение термического сопротивления подставляют в формулу (2) и определяют значения *величин R и U* по формуле (1).

Если начальные значения h_s одинаковы для всех газовых промежутков, значит, соответствующие перепады температур $\Delta T = \frac{15}{N}$ и итерации выполнять не требуется.

В таблице В.1 приведен пример последовательных приближений для остекления со следующими характеристиками:

- *остекление с двумя газовыми промежутками;*
- *конструкция остекления 4/12/4/12/4;*
- *одно покрытие во втором промежутке, $\varepsilon_n = 0,1$ ($\varepsilon = 0,114$);*
- *оба промежутка заполнены SF_6.*

Таблица В.1— Пример последовательных приближений для остекления с двумя газовыми промежутками

Номер итерации	1	2	3	4
$\frac{1}{h_s}$ для промежутка 1, м^2 · К/Вт	0,1631	0,1732	0,1708	0,1713
$\frac{1}{h_s}$ для промежутка 2, м^2 · К/Вт	0,3327	0,3036	0,3087	0,3076
$\sum_1^N \frac{1}{h_s}$, м · К/Вт	0,4958	0,4768	0,4795	0,4789
ΔT для промежутка 1, К	4,93	5,45	5,34	5,37
ΔT для промежутка 2, К	10,07	9,55	9,66	9,63
Величина U, Вт/(м^2 · К)	1,48	1,52	1,51	1,51

Приложение ДА
(справочное)

Положения европейского стандарта ЕН 673:1997, не включенные в настоящий стандарт

ДА.1 Абзацы раздела 1

При использовании величины *U* остекления, определенной в соответствии с настоящим стандартом, следует учитывать положения стандартов С.4, С.5 или других европейских стандартов, относящихся к расчету потерь тепла.

Также приведена процедура для определения коэффициента эмиссии.

Правила сделаны настолько простыми, насколько это возможно при условии сохранения достаточной точности.

ДА.2 Абзац подраздела 7.3

Для расчетов потерь тепла используют документы С.4, С.5 или другие соответствующие европейские стандарты.

ДА.3 Приложение А

Приложение А (обязательное)
Определения нормального и откорректированного коэффициентов эмиссии

Примечание — Данное приложение согласуется с С.6.

А.1 Определение нормального коэффициента эмиссии ε_n

Нормальный коэффициент эмиссии ε_n поверхности с покрытием определяют по кривой спектрального отражения, полученной при близком к нормальному падении излучения при помощи инфракрасного спектрофотометра, оснащенного приставкой для измерения коэффициентов отражения, в следующей последовательности.

По кривой спектрального отражения определяют спектральные коэффициенты отражения $R_n(\lambda)$ на 30 длинах волн, указанных в таблице А.1. Нормальную отражательную способность R_n при средней температуре 283 К определяют по формуле

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

Нормальный коэффициент эмиссии ε_n при 283 К определяют по формуле

$$\varepsilon_n = 1 - R_n. \qquad (A.2)$$

Примечание — Коэффициент эмиссии мало зависит от средней температуры окружающей среды.

Таблица А.1 — Длины волн λ_i для определения нормальной отражательной способности R_n при 283 К

Порядковый номер *i*	Длина волны λ_i, мкм	Порядковый номер *i*	Длина волны λ_i, мкм
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*

* Длина волны 50 мкм выбрана потому, что она является предельной в диапазоне измерений промышленных спектрометров. Такое приближение практически не влияет на точность вычислений.

А.2 Определение откорректированного коэффициента эмиссии ε

Откорректированный коэффициент эмиссии ε определяют умножением нормального коэффициента эмиссии ε_n на отношение $\varepsilon/\varepsilon_n$, указанное в таблице А.2.

Другие значения $\varepsilon/\varepsilon_n$ могут быть найдены с достаточной точностью при помощи линейной интерполяции или экстраполяции.

Таблица А.2 — Данные для расчета откорректированного коэффициента эмиссии ε по нормальному коэффициенту эмиссии ε_n

Нормальный коэффициент эмиссии ε_n	Отношение $\varepsilon/\varepsilon_n$
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

ДА.4 Приложение С

Приложение С (справочное)

Библиография

С.1 прЕН 30077, Окна, двери и ставни — Коэффициент теплопередачи — Метод расчета (ИСО/ДИС 10077:1993)

С.2 prEN 410, прЕН 410, Стекло в строительстве — Определение пропускания света, прямого пропускания солнечной энергии, общего пропускания солнечной энергии, пропускания ультрафиолетового излучения и соответствующих характеристик остекления.

С.3 Строительные конструкции и элементы зданий — Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи — Метод расчета (ИСО/ДИС 6946-1:1995) (WI:00089013)

С.4 прЕН 832, Энергетическая эффективность зданий — Расчет энергии, используемой для отопления — Жилые здания

С.5 ЕН ИСО 10211-1, Тепловые мостики в строительных конструкциях — Потоки тепла и температуры поверхностей — Часть 1: Общие методы расчета (ИСО 10211-1:1995)

С.6 прЕН 12898, Стекло в строительстве — Определение коэффициента эмиссии

Библиография

[1]	*ИСО 6946:2007*	*Строительные конструкции и элементы зданий — Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи — Метод расчета*
	ISO 6946:2007	*Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*
[2]	*СНиП 23-01—99*	*Строительная климатология*

УДК 666.151:006.354 ОКС 81.040.20 И19

Ключевые слова: тепловые характеристики, сопротивление теплопередаче, коэффициент теплопередачи, остекление

Редактор *В.А. Бучумова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 20.12.2011. Подписано в печать 26.01.2012. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,55. Тираж 106 экз. Зак. 86.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru