МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
EN 673—
2016**

Стекло и изделия из него

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Метод расчета сопротивления теплопередаче

**(EN 673:2011,
Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) —
Calculation method,
IDT)**

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Институт стекла», Техническим комитетом по стандартизации ТК 41 «Стекло» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 августа 2016 г. № 90-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 апреля 2017 г. № 328-ст межгосударственный стандарт ГОСТ EN 673—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2018 г.

5 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 673:2011 «Стекло в строительстве. Определение коэффициента теплопередачи (величины *U*). Метод расчета» («Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) — Calculation method», IDT).

Европейский стандарт разработан техническим комитетом CEN/TC 129 «Стекло в строительстве» Европейского комитета по стандартизации (CEN).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного европейского стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных европейских стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 Некоторые положения европейского стандарта, указанного в пункте 5, могут являться объектом патентных прав. Европейский комитет по стандартизации (CEN) не несет ответственности за идентификацию подобных патентных прав

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2017

В Российской Федерации 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 Термины и определения 2
4 Обозначения, безразмерные величины, индексы 2
5 Основные формулы 3
6 Основные характеристики материалов 4
7 Коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена 6
8 Заявленные значения: стандартизованные граничные условия 7
9 Представление результатов 7
10 Протокол расчета 8
Приложение А (обязательное) Метод последовательных приближений для расчета величины *U* остекления с двумя и более газовыми промежутками 9
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов межгосударственным стандартам 10
Приложение ДБ (рекомендуемое) Определение сопротивления теплопередаче 11
Приложение ДВ (рекомендуемое) Рекомендации по выбору климатических данных 12
Библиография 13

Введение

Первоначальная редакция проекта настоящего стандарта была подготовлена рабочей группой CEN/TC 129/WG9 «Пропускание света и энергии, теплоизоляция» Европейского комитета по стандартизации на основе проекта международного стандарта ISO/DIS 10292 «Теплоизоляция остекления: правила расчета стационарного значения величины *U* для двухслойного или многослойного остекления», подготовленного техническим комитетом ISO/TC 160 «Стекло в строительстве» Международной организации по стандартизации. Данный документ был опубликован в 1997 г. как европейский стандарт EN 673.

Настоящий стандарт разработан взамен EN 673:1997. Основным изменением данного издания является уточнение значений коэффициентов внутреннего и внешнего теплообмена. Из стандарта исключено приложение с описанием метода определения коэффициента эмиссии и приведена ссылка на EN 12898. В текст стандарта включены изменения A1 и A2 EN 673:1997 и внесены редакционные правки.

В связи с тем, что в нормативных документах и технической литературе в области строительства наряду с понятием «коэффициент теплопередачи» часто используется понятие «сопротивление теплопередаче», в настоящий стандарт включено дополнительное приложение ДБ, в котором приведены рекомендации по расчету сопротивления теплопередаче.

Рекомендации по выбору климатических данных для расчета проектных значений коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередаче при нестандартизованных граничных условиях приведены в дополнительном приложении ДВ.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

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 — 2018—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод расчета коэффициента теплопередачи остекления с плоскими параллельными поверхностями.

Настоящий стандарт распространяется на стекло без покрытия (включая стекло с рельефной поверхностью, например узорчатое стекло), стекло с покрытием и материалы, непрозрачные в дальнем инфракрасном диапазоне излучения, к которым в том числе относятся натрий-кальций-силикатное стекло, боросиликатное стекло и стеклокерамика. Настоящий стандарт также распространяется на многослойное остекление, состоящее из таких стекол и/или материалов. Стандарт не распространяется на многослойное остекление, в газовых промежутках которого имеются листы или пленки, прозрачные в дальнем инфракрасном диапазоне излучения. Метод, установленный настоящим стандартом, предназначен для определения коэффициента теплопередачи (величины U[1)]) в центральной зоне остекления.

Краевые эффекты, связанные с тепловым мостиком через дистанционную рамку стеклопакета или оконную раму, не учитываются. Передача энергии за счет солнечного излучения также не учитывается. Эффекты, связанные с наличием декоративных рамок или решеток, в настоящем стандарте не рассматриваются.

Значение величины U, рассчитанное в соответствии с настоящим стандартом для элементов остекления, применяют для расчета общей величины U окон, дверей и жалюзи (см. [1]).

Для целей сравнения изделий расчет проводят для вертикального остекления. Кроме того, значения величины U, полученные в соответствии с настоящим стандартом, применяют для других целей, в частности, для оценки:

- потерь тепла через остекление;
- притока тепла в летний период;
- вероятности появления конденсата на поверхностях остекления;
- влияния поглощенного солнечного излучения при определении солнечного фактора (см. [2]).

Для расчетов потерь тепла с использованием значений величины U остекления, полученных в соответствии с настоящим стандартом, применяют методы, приведенные в [3], [4], [5] или других стандартах, относящихся к расчетам потерь тепла.

Метод определения коэффициента эмиссии приведен в EN 12898.

Процедуры расчета, приведенные в настоящем стандарте, упрощены настолько, насколько позволяет необходимая точность.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

1) Ранее в некоторых странах использовалось обозначение k.

Издание официальное

EN 674 Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) — Guarded hot plate method (Стекло в строительстве. Определение коэффициента теплопередачи (величины *U*). Метод защищенной горячей пластины)

EN 675 Glass in building — Determination of thermal transmittance (*U* value) — Heat flow meter method (Стекло в строительстве. Определение коэффициента теплопередачи (величины *U*). Метод измерения теплового потока)

EN 12898 Glass in building — Determination of the emissivity (Стекло в строительстве. Определение коэффициента эмиссии)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **величина *U* (коэффициент теплопередачи)** (*U* value), Вт/(м^2·К): Величина, характеризующая передачу тепла через центральную зону остекления без учета краевых эффектов, равная отношению плотности стационарного теплового потока к перепаду температур окружающей среды по разные стороны остекления.

3.2 **заявленное значение** (declared value): Значение величины *U*, полученное при стандартизованных граничных условиях (см. раздел 8).

4 Обозначения, безразмерные величины, индексы

4.1 Обозначения

A — константа
c — удельная теплоемкость газа, Дж/(кг·К)
d — толщина слоя материала (стекла или другого материала остекления), м
F — объемная доля газа
h — коэффициент теплообмена, Вт/(м^2·К),
также коэффициент термического пропускания, 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 — характеристика газа
s — ширина газового промежутка, м
T — абсолютная температура, К
U — коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·К)
ΔT — перепад температур, К
ε — коэффициент эмиссии (откорректированный)
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 — коэффициент теплопроводности газа в газовом промежутке, Вт/(м·К)
θ — температура по шкале Цельсия, °С

4.2 Безразмерные величины

Gr — число Грасгофа
Nu — число Нуссельта
Pr — число Прандтля

4.3 Индексы

c — конвекция
e — внешний
i — внутренний
j — *j*-й слой материала

k — k-й газовый промежуток
g — газ
m — средний
n — нормальный
r — излучение
s — газовый промежуток
t — общий
1; 2 — первый, второй и т. д.

5 Основные формулы

5.1 Общие положения

Метод расчета, установленный настоящим стандартом, заключается в последовательном выполнении вычислений по формулам, приведенным в данном разделе.

5.2 Величина U

Величину U определяют по формуле

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

где h_e и h_i — коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена;

h_t — коэффициент общего термического пропускания остекления, определяемый 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;

r_j — термическое сопротивление каждого материала (для натрий-кальций-силикатного стекла равно 1,0 м·К/Вт);

M — количество слоев материалов.

Коэффициент термического пропускания k-го газового промежутка $h_{s,k}$ определяют по формуле

$$h_{s,k} = h_{r,k} + h_{g,k}, \quad (3)$$

где $h_{r,k}$ — коэффициент термического пропускания за счет излучения;

$h_{g,k}$ — коэффициент термического пропускания газа.

Примечание — При определении величины U можно учитывать термическое сопротивление нестеклянных элементов (например, промежуточных слоев в многослойном стекле). Для целей настоящего стандарта для стекла, применяемого в строительстве, используют значение коэффициента теплопроводности, приведенное в таблице общепринятых значений в соответствующем стандарте на продукцию (например, EN 572-1 для базовых изделий из натрий-кальций-силикатного стекла). В случаях, где влияние нестеклянных элементов считается несущественным или неважным, может быть принят упрощенный подход, то есть без учета такого влияния.

5.3 Коэффициент термического пропускания за счет излучения h_r

Коэффициент термического пропускания за счет излучения определяют по формуле

$$h_r = 4\sigma \left(\frac{1}{\varepsilon_{1,k}} + \frac{1}{\varepsilon_{2,k}} - 1 \right)^{-1} T_{m,k}^3, \quad (4)$$

где σ — постоянная Стефана-Больцмана;

$T_{m,k}$ — средняя абсолютная температура газового промежутка;

$\varepsilon_{1,k}$ и $\varepsilon_{2,k}$ — коэффициенты эмиссии поверхностей стекол, обращенных к газовому промежутку, при температуре $T_{m,k}$.

5.4 Коэффициент термического пропускания газа h_g

5.4.1 Общие положения

Коэффициент термического пропускания газа определяют по формуле

$$h_{g,k} = Nu\frac{\lambda_k}{s_k}, \quad (5)$$

где s_k — ширина k-го газового промежутка;
λ_k — коэффициент теплопроводности газа в k-м газовом промежутке;
Nu — число Нуссельта.

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

где A — константа;
Gr — число Грасгофа;
Pr — число Прандтля;
n — показатель степени.

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

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

где ΔT — перепад температур поверхностей стекол, обращенных к газовому промежутку;
ρ — плотность газа;
μ — динамическая вязкость газа;
c — удельная теплоемкость газа;
T_m — средняя температура газа.

Число Нуссельта определяют по формуле (6).

Если полученное значение $Nu < 1$, то в формулу (5) подставляют $Nu = 1$.

5.4.2 Вертикальное остекление

Для вертикального остекления:
$A = 0{,}035$;
$n = 0{,}38$.

5.4.3 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 газовые промежутки: $A = 0{,}016$, $n = 0{,}28$;
- газовые промежутки под углом 45°: $A = 0{,}010$, $n = 0{,}31$.

Для остекления, расположенного под другим углом, значения A и n определяют линейной интерполяцией, при этом линейную интерполяцию следует проводить между двумя ближайшими точками.

При нисходящем потоке тепла для практических целей конвекцию не учитывают и в формулу (5) подставляют $Nu = 1$.

6 Основные характеристики материалов

6.1 Коэффициент эмиссии

Для расчета коэффициента термического пропускания за счет излучения h_r по формуле (4) требуются значения коэффициентов эмиссии ε поверхностей, обращенных к газовому промежутку.

Для поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла без покрытия или с покрытием, не оказывающим влияния на излучательную способность поверхности, значение коэффициента эмиссии принимают равным 0,837.

Примечание 1 — С достаточной степенью достоверности то же значение можно использовать для боросиликатного стекла без покрытия.

Для поверхностей с другими видами покрытий значения нормального коэффициента эмиссии ε_n и коэффициента эмиссии ε определяют по EN 12898.

Примечание 2 — Теоретически можно было бы использовать два разных определения коэффициента эмиссии для описания излучения:

a) поверхностями стекла, расположенными в остеклении напротив друг друга;

b) поверхностью стекла, обращенной в помещение.

Однако практически разница между значениями этих коэффициентов пренебрежимо мала. Поэтому для описания обоих типов теплообмена применяют коэффициент эмиссии.

Примечание 3 — Если в многослойном стекле низкоэмиссионное покрытие непосредственно соприкасается с промежуточным слоем, то такое покрытие не оказывает влияния на величину *U*.

6.2 Характеристики газа

Для расчетов необходимы следующие характеристики газа, заполняющего газовый промежуток:

λ — коэффициент теплопроводности;

ρ — плотность;

μ — динамическая вязкость;

c — удельная теплоемкость.

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

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

Если полученное значение числа Нуссельта меньше единицы, это означает, что перенос тепла в газе происходит только за счет теплопроводности. В этом случае число Нуссельта принимают равным единице.

Коэффициент термического пропускания газа h_g определяют по формуле (5).

Характеристики газов, применяемых при изготовлении стеклопакетов, приведены в таблице 1.

С достаточной точностью можно считать, что во всех применяемых на практике газовых смесях характеристики газов пропорциональны их объемным долям F_1, F_2 и т. д.

Если объемная доля газа 1 — F_1, газа 2 — F_2 и т. д., то

$$P = P_1 F_1 + P_2 F_2, \qquad (9)$$

где *P* — соответствующая характеристика газа: коэффициент теплопроводности, плотность, динамическая вязкость или удельная теплоемкость.

Таблица 1 — Характеристики газов

Газ	Температура θ, °C	Плотность ρ, кг/м^3	Динамическая вязкость μ, кг/(м·с)	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Удельная теплоемкость *c*, Дж/(кг·К)
Воздух	-10	1,326	$1{,}661 \cdot 10^{-5}$	$2{,}336 \cdot 10^{-2}$	$1{,}008 \cdot 10^{3}$
	0	1,277	$1{,}711 \cdot 10^{-5}$	$2{,}416 \cdot 10^{-2}$	
	10[a)]	1,232	$1{,}761 \cdot 10^{-5}$	$2{,}496 \cdot 10^{-2}$	
	20	1,189	$1{,}811 \cdot 10^{-5}$	$2{,}576 \cdot 10^{-2}$	
Аргон	-10	1,829	$2{,}038 \cdot 10^{-5}$	$1{,}584 \cdot 10^{-2}$	$0{,}519 \cdot 10^{3}$
	0	1,762	$2{,}101 \cdot 10^{-5}$	$1{,}634 \cdot 10^{-2}$	
	10[a)]	1,699	$2{,}164 \cdot 10^{-5}$	$1{,}684 \cdot 10^{-2}$	
	20	1,640	$2{,}228 \cdot 10^{-5}$	$1{,}734 \cdot 10^{-2}$	
Криптон	-10	3,832	$2{,}260 \cdot 10^{-5}$	$0{,}842 \cdot 10^{-2}$	$0{,}245 \cdot 10^{3}$
	0	3,690	$2{,}330 \cdot 10^{-5}$	$0{,}870 \cdot 10^{-2}$	
	10[a)]	3,560	$2{,}400 \cdot 10^{-5}$	$0{,}900 \cdot 10^{-2}$	
	20	3,430	$2{,}470 \cdot 10^{-5}$	$0{,}926 \cdot 10^{-2}$	

Окончание таблицы 1

Газ	Температура θ, °С	Плотность ρ, кг/м^3	Динамическая вязкость μ, кг/(м·с)	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	Удельная теплоемкость *c*, Дж/(кг·К)
Ксенон	-10	6,121	$2{,}078 \cdot 10^{-5}$	$0{,}494 \cdot 10^{-2}$	$0{,}161 \cdot 10^{3}$
	0	5,897	$2{,}152 \cdot 10^{-5}$	$0{,}512 \cdot 10^{-2}$	
	10[a)]	5,689	$2{,}226 \cdot 10^{-5}$	$0{,}529 \cdot 10^{-2}$	
	20	5,495	$2{,}299 \cdot 10^{-5}$	$0{,}546 \cdot 10^{-2}$	
SF_6[b)]	-10	6,844	$1{,}383 \cdot 10^{-5}$	$1{,}119 \cdot 10^{-2}$	$0{,}614 \cdot 10^{3}$
	0	6,602	$1{,}421 \cdot 10^{-5}$	$1{,}197 \cdot 10^{-2}$	
	10[a)]	6,360	$1{,}459 \cdot 10^{-5}$	$1{,}275 \cdot 10^{-2}$	
	20	6,118	$1{,}497 \cdot 10^{-5}$	$1{,}354 \cdot 10^{-2}$	

[a)] Стандартизованные граничные условия.
[b)] Гексафторид серы.
Примечание — Использование гексафторида серы запрещено в некоторых странах, включая страны Европейского союза. Характеристики SF_6 приведены для целей сравнения.

6.3 Поглощение газом инфракрасного излучения

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, величину *U* измеряют по EN 674 или EN 675.

7 Коэффициенты внешнего и внутреннего теплообмена

7.1 Коэффициент внешнего теплообмена h_e

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

При определении величины *U* для целей сравнения для обычных вертикальных стеклянных поверхностей используют стандартизованное значение h_e = 25 Вт/(м^2 · К).

Примечание — Обратная величина $\frac{1}{h_e}$ = 0,04 м^2 · К/Вт.

Изменение величины *U* из-за наличия на наружной поверхности остекления покрытия с коэффициентом эмиссии менее 0,837 не учитывают.

Значения h_e для невертикальных поверхностей определяют по [3].

7.2 Коэффициент внутреннего теплообмена h_i

Коэффициент внутреннего теплообмена h_i определяют по формуле

$$h_i = h_r + h_c, \tag{10}$$

где h_r — коэффициент внутреннего теплообмена за счет излучения;

h_c — коэффициент внутреннего теплообмена за счет конвекции.

Для целей настоящего стандарта для поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла без покрытия используют значение h_r = 4,1 Вт/(м^2 · К).

Если на внутреннюю поверхность остекления нанесено низкоэмиссионное покрытие, то h_r вычисляют по формуле

$$h_r = \frac{4{,}1\varepsilon}{0{,}837}, \tag{11}$$

где ε — коэффициент эмиссии поверхности с покрытием;

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

Формула применима, если на поверхности с покрытием отсутствует конденсация. Коэффициент эмиссии поверхности с покрытием определяют по EN 12898.

В случае свободной конвекции h_c = 3,6 Вт/(м^2 · К). Если рядом с окном находится нагревательное устройство с принудительной вентиляцией и поток воздуха направлен на окно, значение h_c может быть больше.

При определении величины U для целей сравнения для вертикальных поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла при свободной конвекции используют стандартизованное значение h_i

$$h_i = 4{,}1 + 3{,}6 = 7{,}7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}. \quad (12)$$

Примечание — Для поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла обратная величина, округленная до двух знаков после запятой, $\frac{1}{h_i}$ = 0,13 м^2 · К/Вт.

Значения h_i для невертикальных поверхностей определяют по [3].

7.3 Проектные значения

Для проектирования остекления зданий заявленные значения величины U могут быть не достаточно точными. В этом случае определяют проектные значения с использованием метода, установленного настоящим стандартом. Проектные значения величины U, учитывающие расположение остекления и условия окружающей среды, определяют при нестандартизованных граничных условиях, для которых должны быть установлены значения h_s, h_e и h_i.

Примечание — Использование заявленного значения величины U ограждающей строительной конструкции для расчета потерь тепла не вполне корректно, если исходить из эффективной температуры по сухому термометру в отапливаемых помещениях. На практике в большинстве случаев это допускается, но для элементов остекления с относительно большой площадью поверхности и, особенно при наличии на внутренней поверхности низкоэмиссионного покрытия, могут возникать ошибки.

Потери тепла рассчитывают по [3], [4], [5] или другим соответствующим стандартам.

8 Заявленные значения: стандартизованные граничные условия

Заявленные значения величины U, используемые в рекламных целях, определяют при стандартизованных граничных условиях.

Стандартизованные граничные условия для заявленных значений:

- термическое сопротивление натрий-кальций-силикатного стекла r = 1,0 м · К/Вт;
- коэффициент эмиссии поверхности без покрытия натрий-кальций-силикатного и боросиликатного стекла ε = 0,837;
- перепад температур поверхностей стекол, обращенных к газовому промежутку ΔT = 15 К;
- средняя температура газового промежутка T_m = 283 К;
- постоянная Стефана-Больцмана σ = 5,67 × 10^{-8} Вт/(м^2 · К^4);
- коэффициент внешнего теплообмена поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла без покрытия h_e = 25 Вт/(м^2 · К);
- коэффициент внутреннего теплообмена поверхностей натрий-кальций-силикатного стекла без покрытия h_i = 7,7 Вт/(м^2 · К);
- константа A = 0,035;
- показатель степени n = 0,38.

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

9 Представление результатов

9.1 Величина U

Значения величины U, Вт/(м^2 · К), округляют до одного десятичного знака.

Если второй знак после запятой равен пяти, значение округляют в большую сторону.

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

9.2 Промежуточные значения

Промежуточные значения, полученные в ходе расчета, не округляют.

10 Протокол расчета

10.1 Информация, включаемая в протокол расчета

Протокол расчета должен содержать сведения, указанные в 10.2 — 10.4.

10.2 Идентификационные данные остекления:

- общая толщина остекления, мм;
- толщина каждого листа стекла, мм;
- толщина каждого слоя материала (при наличии), мм;
- ширина каждого газового промежутка, мм;
- тип газового заполнения;
- положение ИК-отражающего покрытия (при наличии);
- угол наклона остекления к горизонтали;
- условия, отличающиеся от стандартизованных граничных условий.

10.3 Поперечное сечение остекления

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

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

10.4 Результаты расчета:

- коэффициент эмиссии покрытия, если имеется покрытие, изменяющее коэффициент эмиссии;
- коэффициент внутреннего теплообмена h_i, Вт/(м^2·К), если имеется покрытие, изменяющее коэффициент эмиссии;
- коэффициент общего термического пропускания остекления h_t, Вт/(м^2·К);
- величина U остекления, Вт/(м^2·К);
- значения h_s, h_e и h_i Вт/(м^2·К), использованные для расчета проектного значения величины U, при этом следует использовать формулировку «проектное значение величины U».

Приложение А
(обязательное)

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

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

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

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

$$\Delta T_s = 15 \frac{\frac{1}{h_s}}{\sum_1^N \frac{1}{h_s}}. \qquad (A.1)$$

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 значение величины *U* по формуле (1).

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

Таблица А.1 — Пример последовательных приближений для трехслойного остекления со следующими характеристиками: конструкция остекления 4—12—4—16—4; одно покрытие в промежутке 2 с $\varepsilon_n = 0{,}03$ ($\varepsilon = 0{,}037$); оба промежутка заполнены аргоном (объем заполнения 90 %)

Номер итерации	1	2	3	4
$\frac{1}{h_s}$ для промежутка 1, м²·К/Вт	0,1934	0,1934	0,1934	0,1934
$\frac{1}{h_s}$ для промежутка 2, м²·К/Вт	0,7739	0,7644	0,7650	0,7649
$\sum_1^2 \frac{1}{h_s}$, м²·К/Вт	0,9673	0,9578	0,9584	0,9584
ΔT для промежутка 1, К	2,9990	3,0289	3,0270	3,0271
ΔT для промежутка 2, К	12,0010	11,9711	11,9730	11,9729
Величина *U*, Вт/(м²·К)	0,870	0,877	0,877	0,877 (0,9)

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 674	IDT	ГОСТ EN 674—2016 «Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение сопротивления теплопередаче методом защищенной горячей пластины»
EN 675	IDT	ГОСТ EN 675—2014 «Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение сопротивления теплопередаче методом измерения теплового потока»
EN 12898	IDT	ГОСТ EN 12898—2014 «Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение коэффициента эмиссии»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

Приложение ДБ
(рекомендуемое)

Определение сопротивления теплопередаче

Сопротивление теплопередаче R_0 является величиной, обратной коэффициенту теплопередаче (величине U), и характеризует свойство остекления препятствовать переносу теплоты от среды с высокой температурой к среде с низкой температурой.

Сопротивление теплопередаче R_0, $м^2 \cdot К/Вт$, в центральной зоне остекления без учета краевых эффектов определяют по формуле (1) подраздела 5.2 настоящего стандарта:

$$R_0 = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i}.$$

Аналогично расчету коэффициента теплопередачи (величины U) расчет сопротивления теплопередаче R_0 можно проводить при стандартизованных граничных условиях (заявленное значение R_0) и нестандартизованных граничных условиях (проектное значение R_0).

Стандартизованные граничные условия приведены в разделе 8.

Рекомендации по выбору климатических данных для расчета при нестандартизованных граничных условиях приведены в приложении ДВ.

Протокол расчета оформляют в соответствии с разделом 10, приводя в результатах расчета полученное значение сопротивления теплопередачи (вместо величины U) и значения h_s, h_e и h_i, использованные для расчета проектного значения сопротивления теплопередаче, с использованием формулировки «проектное значение R_0».

Приложение ДВ
(рекомендуемое)

Рекомендации по выбору климатических данных

При расчете проектных значений коэффициента теплопередачи (величины U) и сопротивления теплопередаче R_0 нестандартизованные граничные условия рекомендуется определять с учетом климатических особенностей региона применения остекления и требуемых параметров микроклимата в помещениях в зависимости от назначения помещений.

Если значения U и R_0 используют для проектирования с учетом климатических параметров холодного периода года, граничные условия рекомендуется выбирать 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.

Требуемую температуру воздуха внутри помещений рекомендуется устанавливать в зависимости от назначения помещения и периода года в пределах значений оптимальной температуры воздуха в обслуживаемой зоне помещений по ГОСТ 30494.

Библиография

[1]	EN ISO 10077-1	Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General (ISO 10077-1:2006)
[2]	EN 410	Glass in building — Determination of luminous and solar characteristics of glazing
[3]	EN ISO 6946	Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method (ISO 6946:2007)
[4]	EN ISO 13790	Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2008)
[5]	EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations (ISO 10211:2007)

УДК 666.151:006.354 МКС 81.040.01 IDT

Ключевые слова: стекло, коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередаче, метод расчета

БЗ 4—2016/18

Редактор *И.В. Кириленко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.А. Ворониной*

Сдано в набор 27.04.2017. Подписано в печать 10.05.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10. Тираж 24 экз. Зак. 781.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru