

## Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий

*К.т.н., доцент А.С. Горшков,  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»;  
д.т.н., руководитель сектора эталонов и научных исследований  
в области теплофизических измерений Н.А. Соколов,  
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»*

**Ключевые слова:** строительные материалы и изделия; международные стандарты; теплопроводность; заявленные теплотехнические характеристики; расчетные теплотехнические характеристики; энергоэффективность; энергосбережение

В настоящее время данные по теплопроводности эффективных теплоизоляционных материалов, имеющиеся в отечественных нормативных документах, существенно отличаются от результатов измерений, предоставляемых производителями и испытательными лабораториями. Для большинства европейских стран такая ситуация выглядит парадоксальной. В рамках данной работы постараемся разобраться в причинах упомянутых выше различий.

### Российская Федерация

Итак, на территории Российской Федерации при определении теплопроводности сухих и влажных материалов действует ГОСТ 7076 [1].

Теплопроводность сухих и влажных материалов измеряют по ГОСТ 7076 [1] при средней температуре образца  $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$  [ $(298 \pm 1) \text{ K}$ ]. Определение теплопроводности сухих материалов происходит достаточно просто. Отобранные материалы высушивают до постоянной массы при температуре, указанной в нормативных документах на данный материал, либо в соответствии с ГОСТ 17177 [2]. Образец считается высушенным до постоянной массы, если расхождение между результатами двух последовательных взвешиваний не превышает 0,5%. При этом время сушки должно быть не менее 0,5 ч. По окончании сушки определяют массу и теплопроводность исследуемых образцов, количество которых должно быть не менее пяти (п. 4.2 ГОСТ 7076 [1]).

Более сложная ситуация с определением теплопроводности влажных материалов. Понятно, что в реальных условиях эксплуатации все материалы в составе ограждающих конструкций увлажняются в той или иной степени. Эта степень увлажнения материалов зависит от нескольких обстоятельств: влажностного режима помещений, зоны влажности, в которой строится и эксплуатируется здание, а также конструктивного исполнения ограждающей конструкции (порядка расположения слоев в составе ограждения, наличия пароизоляционных барьеров, вентилируемых наружным воздухом прослоек и т. п.).

Влажностный режим эксплуатации помещений в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха устанавливается по таблице 1 СНиП 23-02 [3]. Зоны влажности на территории России следует принимать по приложению В СНиП 23-02 [3]. В зависимости от зоны влажности предполагаемого района строительства (сухой, нормальной или влажной) и влажностного режима помещений (по таблице 1) определяются условия эксплуатации ограждающих конструкций, которые подразделяются на два типа – А и Б.

**Таблица 1. Влажностный режим помещений зданий**

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12°С	св. 12 до 24°С	св. 24°С
Сухой	до 60	до 50	до 50
Нормальный	св. 60 до 75	св. 50 до 60	св. 40 до 50
Влажный	св. 75	св. 60 до 75	св. 50 до 60
Мокрый	-	св. 75	св. 60

Горшков А.С., Соколов Н.А. Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий

Условия эксплуатации ограждающих конструкций А и Б предназначены для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений. В приложении Д СП 23-101 [4] даны характеристики материалов в сухом состоянии, а также расчетные коэффициенты: массового отношения влаги в материале, теплопроводности и теплоусвоения (при периоде 24 часа). Все расчетные коэффициенты приведены для двух типов условий эксплуатации: А и Б. Условия эксплуатации А и Б устанавливаются по таблице 2 СНиП 23-02 [3] (см. данные таблицы 2).

**Таблица 2. Условия эксплуатации ограждающих конструкций**

Влажностный режим помещений зданий (по таблице 1)	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению В СНиП 23-02 [3])		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

В качестве примера рассмотрим случай, когда в Москве проектируется жилое многоквартирное здание. По таблице 1 ГОСТ 30494 [5] находим, что допустимая относительная влажность воздуха в жилых помещениях принимается не более 60%, допустимая температура воздуха в помещениях в холодный период года – 18÷24 °С. По таблице 1 определяем, что это относится к нормальному влажностному режиму помещений. По приложению В СНиП 23-02 [3] определяем, что Москва находится во второй (нормальной) зоне влажности. По таблице 2 для нормальной зоны влажности и нормального влажностного режима помещений принимаем для проектирования ограждающих конструкций и выбора расчетных значений теплопроводности строительных материалов условия эксплуатации Б.

В п. 5.3.1 СП 23-101 [4] указано, что расчетные теплотехнические показатели строительных материалов, в том числе теплопроводность, следует определять по приложению Д данного свода правил. В примечании к п. 5.3.1 [4] отмечено, что расчетные теплотехнические показатели эффективных теплоизоляционных материалов (минераловатных, стекловолоконистых и полимерных), а также материалов, не приведенных в приложении Д, следует принимать согласно теплотехническим испытаниям, проведенным аккредитованными испытательными лабораториями по методике приложения Е [4].

Обратимся далее к приложению Е СП 23-101 [4]. В приложении Е [4] указано, что расчетные значения теплопроводности определяют на пяти образцах для условий эксплуатации А и пяти образцах для условий эксплуатации Б, причем образцы должны быть отобраны от пяти партий конкретной марки материала или изделия по одному образцу от партии для каждого условия эксплуатации. Допускается последовательное определение теплопроводности пяти образцов для условий эксплуатации А, затем их доувлажнение и определение теплопроводности для условий эксплуатации Б.

Значения влажности исследуемого материала или изделия для условий эксплуатации А и Б следует принимать по приложению Д в случае, если данный вид материала указан в его перечне, или по фактическим значениям влажности аналогичного теплоизоляционного материала в конструкции после 3–5 лет эксплуатации. Допускается за величину влажности для условий эксплуатации А принимать значение сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 80%, а для условий эксплуатации Б – значение сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 97%. Сорбционную влажность материала или изделия определяют по ГОСТ 24816 [6].

В п. Е.4 Приложения Е СП 23-101 [4] приведена методика увлажнения образцов испытываемого строительного материала. Увлажнение производят на установках, обеспечивающих принудительное насыщение образца водяным паром (для материалов на основе минерального или стекловолокна) или капельно-воздушной смесью. При этом пар или капельно-воздушная смесь должны пропитывать (не омыывать) образец.

Далее в качестве одного из вариантов увлажнения образцов приводится описание установки. По данному варианту образец плотно устанавливают в прямоугольный короб на сетку. На короб устанавливают крышку с подсоединенным к ней отсасывающим шлангом пылесоса. С противоположного конца короба в него несколько минут (от 2 до 10) подают при работающем пылесосе пар или капельно-воздушную смесь. Затем образец охлаждают при комнатной температуре и взвешивают. Процедуру насыщения повторяют до тех пор, пока не будет Горшков А.С., Соколов Н.А. Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий

достигнута весовая влажность в интервале между 0,7 и 1,3 от требуемой для данных условий эксплуатации (А и Б). После достижения заданной влажности образец помещают в герметичный пакет и укладывают его горизонтально на плоскую поверхность. Ежечасно в течение 4 ч образец переворачивают вертикально (на ребро) и выдерживают до проведения испытаний на теплопроводность:

- не менее 2 суток – материалы на основе стекловолокна и минерального волокна;
- не менее 14 суток – материалы на основе пенопластов и пенокаучуков.

Отметим недостатки данного метода увлажнения и определения на его основе расчетных показателей теплопроводности строительных материалов, демонстрирующие его неэффективность. В данном методе увлажнения не указано ни требуемое давление, при котором должен работать пылесос, ни способ подачи пара, ни его требуемый объем. Метод не позволяет добиться равномерного распределения влаги в материале и, кроме того, может повредить целостность некоторых материалов в процессе их насыщения влагой под давлением. Погрешность данного метода значительна. Определение расчетных значений теплопроводности по методике приложения Е [4] приводит к завышению (ухудшению) расчетных теплотехнических характеристик теплоизоляционных материалов, следствием чего является необоснованное увеличение на 10–15% толщины теплоизоляционного слоя [7, 8]. Поэтому указанный метод нельзя рассматривать в качестве основы для достоверной оценки расчетных значений теплопроводности.

С 1 июля 2013 года на территории России Приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. №265 введена в действие актуализированная редакция СНиП 23-02 [3] – свод правил СП 50.13330 «Тепловая защита зданий» [9]. В приложении С СП 50.13330 [9] приведена таблица С.1, в которой расчетные теплотехнические характеристики оставлены практически без изменений по сравнению с введенными в приложении Д СП 23-101 [4]. В таблице С.1 также определены условия эксплуатации А и Б и для них даны расчетные значения массового содержания влаги в материале и соответствующие им значения теплопроводности (для условий эксплуатации А и Б).

Следует отметить, что традиция разбиения территории страны на зоны влажности и условия эксплуатации (А и Б) уходит корнями в 60-е годы прошлого столетия, когда была проведена масштабная работа по взятию образцов строительных материалов из конструкций зданий и определению массового содержания влаги в них. Однако с тех пор прошло уже более 50 лет. За это время существенно изменилась номенклатура выпускаемых строительных материалов и изделий, появились новые виды строительных материалов, исчезли многие старые. При моделировании процессов тепломассообмена через ограждающие конструкции появились новые подходы к их проектированию, например, укладка пароизоляционных барьеров, антиконденсатных пленок и ветрозащитных мембран, применение гидрофобизированных отделочных составов. Тем не менее, авторы нового свода правил никак не отреагировали на эти глубинные изменения в строительной отрасли и снова выпустили стандарт, соответствующий в большей степени 60-м годам прошлого века, чем современным условиям строительной отрасли. Опять вводятся значения массового содержания влаги в строительных материалах, не подтвержденные ни практикой, ни расчетными методами.

Доходит до парадоксов, когда в своде правил [4, 9], например, для газобетона расчетное значение массового содержания влаги в материале принимается равным 8 и 12% (для условий эксплуатации А и Б соответственно), а в ГОСТ 31359 [10] для тех же изделий – 4 и 5%.

В таблице С.1 приложения С [9] есть и явные несоответствия, подтвержденные испытаниями, проведенными в лаборатории теплофизических испытаний ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Приведенные в таблице С.1 [9] расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий не позволяют обеспечить точность, достаточную для разделения по классам энергосбережения жилых и общественных зданий в соответствии с таблицей 15 [9] (класс «С» допускает отклонение от нормы  $\pm 5\%$ ). В то же время приведенная в таблице С.1 [9] теплопроводность экструдированного пенополистирола занижена на 10–15% (действительное значение теплопроводности этого материала хорошо известно, т. к. из него изготавливают эталонные меры теплопроводности). Минимальное значение расчетной теплопроводности пенополиуретана, судя по таблице С.1, составляет 0,029 Вт/(м·К), тогда как теплопроводность изделий из пенополиуретана марки “SPU Sauna-Satu”, поставляемой на российский рынок финской компанией SPU Oy, подтвержденная испытаниями ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» [11] и Испытательного центра «БЛОК» ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ» [12], имеет значение 0,022±0,023 Вт/(м·К). То есть в данном случае расчетные данные завышены на 26% [13].

Горшков А.С., Соколов Н.А. Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий

Результаты теплотехнических испытаний, проводимых в течение двух лет на образцах марки "SPU Sauna Satu" в лаборатории ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, представлены на рисунке 1. Здесь каждой точке соответствует среднее значение, полученное по результатам испытаний пяти образцов. Разброс данных на рисунке 1 обусловлен отклонением от плоскостности рабочих граней образцов, предоставленных для испытаний. В любом случае разброс не превышает погрешности измерений (не более  $\pm 1\%$ ).

Кроме того, следует отметить, что СП 50.13330 [9] не гармонизирован с отечественными нормативными документами, регламентирующими правила обозначения и наименования физических величин (ГОСТ 8.417 [14], РМГ 29-99 [15]). Так, единица измерения теплопроводности – Вт/(м·К), любого теплового (термического) сопротивления –  $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , коэффициента теплоотдачи –  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  и т. д. Во всех нормативных документах стран СНГ давно используются правильные обозначения (см., например, СТБ ЕН 12667 [16], СТБ ЕН 12939 [17] (Республика Беларусь) и др.).

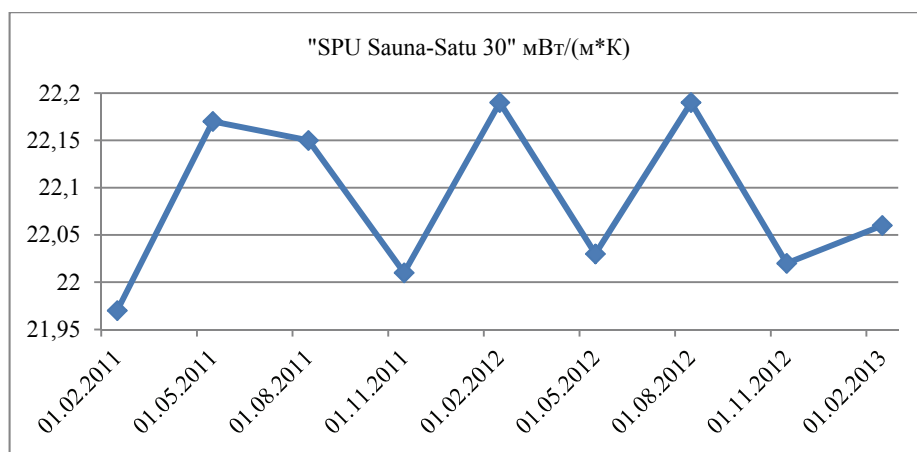


Рисунок 1. Результаты измерений теплопроводности изделий из пенополиуретана марки "SPU Sauna-Satu"

### Европейский союз

Согласно п. 5.1 международного стандарта ISO 6949 [18] при расчете термического сопротивления однородного слоя теплоизоляции (thermal resistance of homogeneous layers – R-value) учитывается расчетное значение теплопроводности материала (design thermal conductivity of the material), рассчитываемое согласно международному стандарту ISO 10456 [19].

Стандарт ISO 10456 [19] устанавливает порядок определения заявленных (declared thermal values) и расчетных (design thermal values) значений теплотехнических характеристик термически однородных строительных материалов и изделий, а также правила преобразования значений, полученных при одних условиях, в соответствующие значения, действительные при других условиях применения материалов.

Заявленное значение теплопроводности (declared thermal conductivity) определяется на основе измерения показателя при заданной температуре и влажности, соответствующих определенным условиям, согласно методу испытаний с учетом срока службы материала или изделия в стандартных условиях эксплуатации. Заявленное значение теплопроводности определяют для условий а) или б) согласно таблице 1 стандарта ISO 10456 [19] (см. данные таблицы 3) при стандартной температуре по методам I ( $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) или II ( $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Измерение теплопроводности или термического сопротивления осуществляется по одной из следующих методик:

- ISO 8302 [20] или эквивалентному национальному методу;
- ISO 8301 [21] или эквивалентному национальному методу;
- ISO 8990 [22].

Среднюю температуру испытаний выбирают таким образом, чтобы применение коэффициентов преобразования по температуре не приводило к изменению значения более чем на 2% от значения, полученного в ходе измерений при испытаниях.

Расчетное значение теплопроводности (design thermal conductivity) – это теплопроводность строительного материала или изделия в конкретных условиях эксплуатации в составе ограждающей конструкции здания. Расчетное значение теплопроводности может быть получено на основании заявленных, измеренных или табличных значений.

**Таблица 3. Условия для определения заявленного значения тепловых характеристик**

Наименование параметра	Условия испытаний			
	I (10 °C)		II (23 °C)	
	а)	б)	а)	б)
Стандартная температура	10 °C	10 °C	23 °C	23 °C
Влага	$u_{\text{сух}}^a$	$u_{23,50}^b$	$u_{\text{сух}}^a$	$u_{23,50}^b$
Старение	Условия старения	Условия старения	Условия старения	Условия старения

$u_{\text{сух}}^a$  – влагосодержание после высушивания образцов до постоянной массы в соответствии с техническими условиями или стандартами на конкретный материал;

$u_{23,50}^b$  – реальное влагосодержание после кондиционирования образцов до постоянной массы при температуре воздуха 23 °C и относительной влажности 50%.

В качестве измеренных значений могут быть использованы:

- значения, непосредственно полученные в результате измерений по стандартизированной методике (ISO 8302 [20], ISO 8301 [21], ISO 8990 [22]);
- значения, полученные косвенным методом корреляции по какой-либо существенной характеристике материала, например, плотности.

Если условия определения заявленных, измеренных или табличных значений можно условно считать соответствующими фактическим условиям эксплуатации изделий или материалов в составе наружной ограждающей конструкции, то эти значения можно использовать в расчетах по стандарту ISO 6949 [18] в качестве расчетных. В ином случае следует действовать согласно разделу 7 стандарта ISO 10456 [19], т.е. производить преобразование теплотехнических характеристик, определенных при одних условиях ( $\lambda_1$ ,  $R_1$ ) в значения, действительные для других условий ( $\lambda_2$ ,  $R_2$ ), по следующим формулам:

- для теплопроводности:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a, \quad (1)$$

- для термического сопротивления:

$$R_2 = \frac{R_1}{F_T \cdot F_m \cdot F_a}. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) приняты следующие обозначения:

$F_T$  – поправочный коэффициент влияния температуры на теплопроводность и термическое сопротивление строительного материала или изделия;

$F_m$  – поправочный коэффициент влияния влажности материала на его теплопроводность и термическое сопротивление;

$F_a$  – поправочный коэффициент влияния старения строительного материала на теплопроводность и термическое сопротивление.

Поправка теплопроводности по температуре  $F_T$  определяется по формуле:

$$F_T = e^{f_T \cdot (T_2 - T_1)}, \quad (3)$$

где  $f_T$  – температурный коэффициент, численные значения которого для теплоизоляционных материалов и материалов, предназначенных для кладок, приведены в приложении А стандарта ISO 10456 [19];

$T_1$  – температура при условиях 1 (например, заявленных в таблице 3);

$T_2$  – температура при условиях 2 (фактических).

Расчетные значения теплопроводности для фактических условий следует определять для средней температуры материала, используемого в конструкциях, эксплуатируемых в соответствующих климатических условиях.

Поправку теплопроводности материала  $F_m$  в зависимости от влажности определяют по формулам:

а) в зависимости от массового содержания влаги в материале:

$$F_m = e^{f_u \cdot (u_2 - u_1)}, \quad (4)$$

где  $f_u$  – коэффициент влияния массового содержания влаги в материале;

$u_1$  – массовое содержание влаги в материалах при условиях 1;

$u_2$  – массовое содержание влаги в материалах при условиях 2.

б) в зависимости от объемного влагосодержания:

$$F_m = e^{f_\psi \cdot (\psi_2 - \psi_1)}, \quad (5)$$

где  $f_\psi$  – коэффициент влияния массового содержания влаги в материале;

$\psi_1$  – объемное влагосодержание при условиях 1;

$\psi_2$  – объемное влагосодержание при условиях 2.

Расчет температурно-влажностного режима строительных конструкций выполняется по методике стандарта ISO 13788 [23].

Коэффициенты  $f_u$  и  $f_\psi$  для различных строительных материалов и изделий приведены в таблице 4 стандарта ISO 10456 [19]. Поправочные коэффициенты могут быть также получены на основе измеренных значений при условии, что методы определения поправок, указанных в таблице 4 стандарта ISO 10456 [19], утверждаются независимыми испытательными лабораториями.

В стандарте ISO 10456 [19] не приведены коэффициенты влияния для получения поправки теплопроводности в зависимости от температуры, связанные со старением материала или изделия  $F_a$ . Методы определения значений, учитывающих старение, и соответствующие им коэффициенты или поправки приводятся в стандартах на конкретные виды изделий.

Старение зависит от вида, структуры и толщины материала, а также наличия облицовок, применяемого вспенивающего реагента и температуры эксплуатации. Если применяют поправку теплопроводности в зависимости от старения  $F_a$ , то теплотехнические характеристики вычисляют с учетом старения в течение времени, составляющего не менее половины срока службы данного строительного изделия или материала. Срок службы, как правило, принимают равным 50 годам.

Таким образом, различие заявленной и расчетной теплопроводности заключается в том, что заявленные значения теплопроводности устанавливаются для заранее выбранных стандартных условий (см. данные таблицы 3). Расчетные значения теплопроводности устанавливаются по формуле (1) или (2) пересчетом из заявленной теплопроводности, применительно к заданной конструкции наружного ограждения и к конкретным фактическим условиям ее эксплуатации, которые определяются расчетом [23] при заданных параметрах микроклимата в помещениях и внешних условиях эксплуатации (параметрах наружного воздуха). При определении расчетных теплотехнических показателей строительных материалов на основе заявленных, при использовании одной и той же статистической оценки [24] заявленные значения пересчитывают в расчетные в соответствии с фактическими условиями эксплуатации материала или изделия в составе ограждающей конструкции.

Горшков А.С., Соколов Н.А. Несоответствие российских и международных стандартов при определении расчетных значений теплопроводности строительных материалов и изделий

Все поправочные коэффициенты, установленные в стандарте ISO 10456 [19], получены на основании обработки большого количества исследований и испытаний [25–32]. Безусловно, климатические параметры России могут отличаться от условий стран Европы, но сам подход к определению расчетных значений теплофизических величин, принятый в европейских стандартах, следует признать более обоснованным и методически правильным, в большей степени исключающим ошибку при определении расчетных показателей ограждающих конструкций.

Из сравнения российского и европейского методов определения расчетных характеристик строительных материалов и изделий мы видим, что последний представляется более обоснованным и грамотным. В российском методе расчетные условия в большинстве случаев принимаются без какого-либо обоснования и подтверждения. В европейском методе расчетные условия учитывают большее количество параметров – не только влагосодержание изделий, но еще температуру эксплуатации и старение материала или изделия. Для зданий, рассчитываемых на срок эксплуатации более 50 лет, совершенно неважно, какими свойствами обладают материалы сразу после выпуска и в первые несколько лет эксплуатации. Важно, какими свойствами они будут обладать через 10, 20 и более лет.

### Заключение

Одной из задач разработки актуализированных версий российских СНиПов была гармонизация их с международными стандартами. Как мы видим из приведенного выше сравнения, при разработке СП 50.13330 [9] гармонизация не была осуществлена даже в минимальном объеме, т. е. поставленные задачи Правительства РФ выполнены не были. Со вступлением нашей страны в ВТО эти обстоятельства создают определенные барьеры. Вряд ли эти несоответствия станут барьерами для продвижения иностранных технологий и методов проектирования на российский рынок, но однозначно они ставят барьер для продвижения российских технологий и товаров на рынки иностранных государств.

Следует отметить, что российский ГОСТ 7076 [1] соответствует основным положениям европейских стандартов ISO 8301 [21] и ISO 8302 [20]. Поэтому при определении теплопроводности строительных материалов и изделий в сухом состоянии различия в результатах испытаний могут зависеть только от погрешности аппаратуры, на которой они проводятся. Что касается оценки расчетных значений теплопроводности, то в отношении их определения российские методы существенно отличаются от принятых в Европе. И как показывает представленный выше сравнительный анализ, методы определения расчетных значений теплопроводности, принятые в международных стандартах, являются более обоснованными. Поэтому логичным выглядит следующий шаг, направленный на сближение международных и российских нормативов в части определения расчетной теплопроводности, а именно их гармонизация.

### Литература

1. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
2. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
5. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
6. ГОСТ 24816-81. Материалы строительные. Метод определения сорбционной влажности.
7. Шойхет Б.М. Нормирование расчетных характеристик теплоизоляционных материалов ограждающих конструкциях зданий // Энергосбережение. 2010. №8. С. 66–69.
8. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В. О расчетных характеристиках теплоизоляционных материалов // Энергосбережение. 2003. №1. С. 72–73.
9. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
10. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.
11. Протокол ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» №01 от 10 февраля 2011 г. измерений теплопроводности продукции SPU Oy – плит из пенополиуретана “SPU Sauna-Satu 30” при 10 °С.

12. Протокол контрольных испытаний ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (Испытательный центр «БЛОК») №58 от 17.12.2012.
13. Соколов Н.А. Национальная база данных по теплопроводности теплоизоляторов // Материалы 4-й научно-практической конференции «Энергосбережение в системах тепло- и газоснабжения. Повышение энергетической эффективности», 28–30 мая 2013 г., Санкт-Петербург, 2013. С. 5–7.
14. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
15. РМГ 29-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.
16. СТБ ЕН 12667-2007. Теплотехнические характеристики строительных материалов и изделий. Определение сопротивления теплопередаче по методу защищенных термопластин и тепломера. Изделия с высоким и средним сопротивлением теплопередаче.
17. СТБ ЕН 12939-2007. Теплотехнические свойства строительных материалов и изделий. Определение теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме с использованием прибора, включающего плиту, горячую охранную зону и тепломер. Материалы утолщенные с высокой и средней теплопроводностью.
18. ISO 6949:2007 (E) Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method.
19. ISO 10456:2007 (E) Building materials and products – Hydrothermal properties – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values.
20. ISO 8302:1991 Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus.
21. ISO 8301:1991 Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus.
22. ISO 8990:1994 Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties – Calibrated and guarded hot box.
23. ISO 13788:2012 Hydrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical humidity and interstitial condensation – Calculation methods.
24. ISO 16269-6:2005 Statistical interpretation of data – Part 6: Determination of statistical tolerance intervals.
25. Anderson B.R. [et al]. Analysis, selection and statistical treatment of thermal properties of building materials for the preparation of harmonized design values / BRE Scottish Laboratory, for Directorate General DG XII of the European Commission, Contract SMT4-CT96-2050, March, 1999.
26. Campanale M. Determination of thermal resistance of thick specimens by means of a guarded hot plate or heat flow meter // Congresso Nazionale ATI, Taormina. Vol. 1. Pp. 441–454.
27. Campanale M., De Ponte F. Temperature Effect on Steady-State Heat Transfer Properties of Insulating Materials // Congresso Nazionale ATI, Cagliari. 1990. Pp. IIA-37.
28. Bisio B., Campanale M., Moro L. Theoretical and experimental characterization of insulating cork boards // Congresso Nazionale ATI. Saint Vincent, 12–15 Settembre 1995, Vol. 1. Padova: SGEditoriali, 1995. Pp. 247–260.
29. Campanale M., De Ponte F., Moro L., Zardo V. Separation of radiative contribution in heat transfer in polyurethanes // Proceedings of International Conference “CFCs, The day after”. Padova, 21–23 Settembre 1995. Padova: SGEditorial, 1995.
30. Campanale M., De Ponte F., Moro L. Theoretical characterization of homogeneous cellular plastic materials // Advances in thermal insulation: proceedings of the Eurotherm seminar no.44. Espinho–Portugal, 18–20 October 1995. Portugal, 1995.
31. De Ponte F. Arduini M. Combined Radiation and Conduction Heat Transfer in Insulating Materials // Proceedings 10<sup>th</sup> ETPC. High Temperatures – High Pressures. 1986. Vol. 19. Pp. 237–249.
32. Kumaran M.K. Material Properties // Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts. Vol. 3. Task 3. Leuven: Laboratorium Bouwfysica, Departement Burgerlijke Bouwkunde, 1996. 135 p.

*Александр Сергеевич Горшков, Санкт-Петербург, Россия  
+7(921)388-43-15; эл. почта: alsgor@yandex.ru*

*Николай Александрович Соколов, Санкт-Петербург, Россия  
+7(812)323-96-32; эл. почта: n.a.sokolov@vniim.ru*

© Горшков А.С., Соколов Н.А., 2013



doi: 10.5862/MCE.42.2

# Inconsistency in Russian and international standards in the determination of the design values of thermal conductivity of building materials and products

**A.S. Gorshkov***Saint-Petersburg State Polytechnical University, Saint-Petersburg, Russia  
+7(921)388-43-15; e-mail: alsgor@yandex.ru***N.A. Sokolov***D.I. Mendeleev All-Russian Institute for Metrology, Saint-Petersburg, Russia  
+7(812)323-96-32; e-mail: n.a.sokolov@vniim.ru*

## Key words

building materials and products; international standards; thermal conductivity; declared thermal values; design thermal values; energy efficiency; energy conservation

## Abstract

The article presents a comparative analysis of international and Russian regulatory procedures for determining the design thermal conductivity of building materials and products. It was shown that the methods for determination of design thermal values, accepted by international standards, are more appropriate.

Design according to Russian standards leads to an overestimation (degradation) of the design characteristics of thermal insulation materials, resulting in an unjustified increase of 10–15% of the thickness of the insulating layer in the building envelope. In addition, Russian regulations of determining the design values of the thermal conductivity of building materials assume unfounded and unsupported by real operating conditions values of the weight ratio of moisture in the material.

The authors believe that in order to improve the situation, in determining the design values of the thermal conductivity of building materials, Russian standards should be harmonized with international standards.

## References

1. GOST 7076-99. *Materialy i izdeliya stroitelnyye. Metod opredeleniya teploprovodnosti i termicheskogo soprotivleniya pri statsionarnom teplovom rezhime* [State standard specification. Materials and ware. Method of determination of heat conductivity and thermal resistance in steady-state thermal conditions]. (rus)
2. GOST 17177-94. *Materialy i izdeliya stroitelnyye teploizolyatsionnye. Metody ispytaniy* [State standard specification. Heat-insulating building materials and ware. Test method]. (rus)
3. SNiP 23-02-2003. *Teplovaya zashchita zdaniy* [Building code 23-02-2003. Thermal protection of buildings]. (rus)
4. SP 23-101-2004. *Proektirovaniye teplovoy zashchity zdaniy* [Set of rules. 23-101-2004. Design of thermal protection of buildings]. (rus)
5. GOST 30494-96. *Zdaniya zhilyye i obshchestvennyye. Parametry mikroklimata v pomeshcheniyakh* [State standard specification. Residential and public buildings. Parameters of microclimate in buildings]. (rus)
6. GOST 24816-81. *Materialy stroitelnyye. Metod opredeleniya sorbtzionnoy vlazhnosti* [State standard specification. Building materials. Method for determination of sorption humidity]. (rus)
7. Shoykhet B.M. *Energy saving*. 2010. No.8. Pp. 66–69. (rus)
8. Shoykhet B.M., Stavritskaya L.V. *Energy saving*. 2003. No.1. Pp. 72–73. (rus)
9. SP 50.13330.2012. *Teplovaya zashchita zdaniy. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003* [Set of rules 50.13330.2012. Thermal protection of buildings. Actualized edition of building code 23-02-2003]. (rus)
10. GOST 31359-2007. *Betony yacheistyye avtoklavnogo tverdeniya. Tekhnicheskiye usloviya* [State standard specification. Autoclaved aerated concrete. Specification]. (rus)

11. *Protokol FGUP «VNIIM im. D.I.Mendeleeva» № 01 ot 10 fevralya 2011 g. izmereniy teploprovodnosti produktsii SPUSauna – plit iz penopoliuretana «SPUSauna-Satu 30» pri 10 °C* [“VNIIM im. D.I.Mendeleeva” report No. 01 of 10 February 2011 on thermal conductivity measurement of the production of foamed polyurethane plates “SPUSauna-Satu 30” at 10 °C]. (rus)
12. *Protokol kontrolnykh ispytaniy FGBOU VPO «Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet» (Ispytatelnyy tsentr «BLOK») № 58 ot 17.12.2012* [Check test report of Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (test center “BLOK”) No.58 of 17 December 2012]. (rus)
13. Sokolov N.A. *Materialy 4-i nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energoberezheniye v sistemakh teplo- i gazosnabzheniya. Povysheniye energeticheskoy effektivnosti» 28–30 maya 2013 goda* [Materials of the 4th theoretical and practical conference “Energy saving in heat and gas supply. The increase of energy efficiency” 28–30 May 2013]. Saint-Petersburg, 2013. Pp. 5–7. (rus)
14. GOST 8.417-2002. *Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy. Edinitsy velichin* [State standard specification. State system of ensuring the uniformity of measurements. Units]. (rus)
15. RMG 29-99 *Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy. Metrologiya. Osnovnyye terminy i opredeleniya* [Guidelines on interstate standardization 29-99. State system of ensuring the uniformity of measurements. Metrology. The basic terms and definitions]. (rus)
16. *STB EN 12667-2007 Teplotekhnicheskiye kharakteristiki stroitelnykh materialov i izdeliy. Opredeleniye soprotivleniya teploperedache po metodu zashchishchennykh termoplastin i teplomera. Izdeliya s vysokim i srednim soprotivleniyem teploperedache* [State standard of Belarus 12667-2007. Heat engineering characteristics of building materials and products. Determination of resistance to heat transfer by method of protected heating plate and calorimeter. Products with high and medium resistance to heat transfer]. (rus)
17. *STB EN 12939-2007. Teplotekhnicheskiye svoystva stroitelnykh materialov i izdeliy. Opredeleniye teploprovodnosti i termicheskogo soprotivleniya pri statsionarnom teplovom rezhime s ispolzovaniyem pribora, vkluchayushchego plitu, goriachuyu okhrannuyu zonu i teplomer. Materialy utolshchennyye s vysokoy i sredney teploprovodnostyu* [State standard of Belarus 12939-2007. Heat engineering characteristics of building materials and products. Determination of heat conductivity and thermal resistance in fixed thermal conditions using apparatus, including the plate, hot safeguard zone and calorimeter. Thickened materials with high and medium heat conductivity]. (rus)
18. ISO 6949:2007 (E) *Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method.*
19. ISO 10456:2007 (E) *Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values.*
20. ISO 8302:1991 *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus.*
21. ISO 8301:1991 *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus.*
22. ISO 8990:1994 *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties – Calibrated and guarded hot box.*
23. ISO 13788:2012 *Hydrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical humidity and interstitial condensation – Calculation methods.*
24. ISO 16269-6:2005 *Statistical interpretation of data – Part 6: Determination of statistical tolerance intervals.*
25. Anderson B.R. [et al]. Analysis, selection and statistical treatment of thermal properties of building materials for the preparation of harmonized design values. *BRE Scottish Laboratory, fort Directorate General DG XII of the European Commission, Contract SMT4-CT96-2050*, March, 1999.
26. Campanale M. Determination of thermal resistance of thick specimens by means of a guarded hot plate or heat flow meter. *Congresso Nazionale ATI, Taormina*. Vol. 1. Pp. 441–454.
27. Campanale M., De Ponte F. Temperature effect on steady-state heat transfer properties of insulating materials. *Congresso Nazionale ATI, Cagliari*. 1990. Pp. IIA-37.
28. Bisiol B., Campanale M., Moro L. Theoretical and experimental characterization of insulating cork boards. *Congresso Nazionale ATI. Saint Vincent, 12–15 Settembre 1995, Vol. 1*. Padova: SGEEditoriali, 1995. Pp. 247–260.
29. Campanale M., De Ponte F., Moro L., Zardo V. Separation of radiative contribution in heat transfer in polyurethanes. *Proceedings of International Conference “CFCs, The day after”. Padova, 21–23 Settembre 1995*. Padova: SGEEditorial, 1995.

30. Campanale M., De Ponte F., Moro L. Theoretical characterization of homogeneous cellular plastic materials. *Advances in thermal insulation: proceedings of the Eurotherm seminar no.44. Espinho-Portugal, 18–20 October 1995*. Portugal, 1995.
31. De Ponte F. Arduini M. Combined Radiation and Conduction Heat Transfer in Insulating Materials. *Proceedings 10th ETPC. High Temperatures – High Pressures*. 1986. Vol. 19. Pp. 237–249.
32. Kumaran M.K. Material Properties. *Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts*. Vol. 3. Task 3. Leuven: Laboratorium Bouwfysica, Departement Burgerlijke Bouwkunde, 1996. 135 p.

**Full text of this article in Russian: pp. 7–14**