

- M. Wybrane problemy praktycznej oceny błędów oraz niepewności wyników pomiaru. Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Elektrotechnika Z.29, Rzeszów, 2006, s.9–46.*
3. Дорожовець М., Стадник Б., Мотало В., Василюк В., Ковальчик А., Борек Р. *Основи метрології. Підручник. Основи метрології і вимірювальна техніка. Том 1.* – Львів: Видавництво НУ “Львівська політехніка”, 2005. – 532 с.
4. Грановский В.А., Сирая Т.Н. *Методы обработки экспериментальных данных при измерениях.* – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
5. Новицкий П.В., Зограф И.А. *Оценка погрешностей результатов измерений.* – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
6. Орнатский П.П. *Теоретические основы информационно-измерительной техники.* – К.: Вища школа. 1984. – 455 с.
7. Тейлор Дж. *Введение в теорию ошибок.* – М.: Мир, 1985. – 272 с.
8. Тойберт П. *Оценка точности результатов измерений.* – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.
9. Skubis T.: *Podstawy metrologicznej oceny wyników pomiaru.* Wyd. Politechniki Śląskiej Gliwice 2004.
10. Гольдштейн М., Гольдштейн И.Ф. *Как мы познаем. Исследование процесса научного познания.* – М.: Знание, 1984. – 256 с.
11. *Guide of the Expression of Uncertainty in Measurement.* ISO 1993, 1995.
12. Виленкин С.Я. *Статистическая обработка результатов исследования случайных функций.* – М.: Энергия. 1979. – 320 с.
13. Nien Fan Zhang: *Calculation of the uncertainty of the mean of autocorrelated measurements.* *Metrologia* 43(2006) s.276-281.
14. Бендат Дж., Пирсол А. *Измерение и анализ случайных процессов.* – М.: Мир, 1974. – 464 с.
15. Крамер Г. *Математические методы статистики.* – М.: Мир, 1975. – 648 с.

УДК 621.36:621.31.004

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ УКРАИНЫ, ГАРМОНИЗИРОВАННЫЕ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

© Грищенко Татьяна, Декуша Леонид, Воробьев Леонид, Менделеева Тамара, Мурованная Л.С., 2007

Институт технической теплофизики НАН Украины, ул. Желябова, 2а, Киев, Украина
teplomer@ukr.net

***Подана інформація про групу національних стандартів України, гармонізованих з ISO і EN для галузі
теплофізичних вимірювань в інтересах енергозбереження.***

***Дана информация о группе национальных стандартов Украины, гармонизированных с ISO и EN для области
теплофизических измерений в интересах энергосбережения.***

***The information about the group of national standards of Ukraine harmonized with ISO and EN for thermo-physical
measurements in interests of the saving energy is given.***

Для інтеграції України в Європейське сообщество і вступлення в СОТ важливим фактором являється дотримання міжнародних норм якості, що дозволяє подолати перешкоди для співпраці з європейськими і іншими країнами. Тому всі більш актуальні питання гармонізації, тобто відповідності національних нормативних документів міжнародним. Відповідно до Закону України “Про стандартизацію” добровільне (необов’язкове) застосування стандартів дозволяє одночасно використовувати національні і міжнародні стандарти (ДСТУ, ГОСТ) і стандарти, гармонізовані з ISO, EN, IEC.

В порядку виконання науково-дослідницьких робіт в сфері стандартизації, які проводяться в Інституті технічної теплофизики з 80-х років, розроблено три національні стандарти України, які є міждержавними [1÷4], і 14 національних стандартів, гармонізованих з міжнародними і європейськими [5÷18].

Ці стандарти, розроблені відповідно до Плану державної стандартизації, є частиною створюваної в Україні гармонізованої нормативної бази для задоволення наукових, виробничих, торгових і інших потреб суспільства. Стандарти [5÷18] є стандартами ідентичної

степени соответствия и представляют собой тождественный перевод соответствующего международного ISO или европейского EN на украинский язык с введением пояснений, учитывающих национальные особенности.

Девять из гармонизированных стандартов [6÷14] распространяются на теплоизоляционные материалы, при этом [6, 10÷12] составляют группу терминологических стандартов, а именно:

– в ДСТУ ISO 7345 [6] дается перечень терминов теплофизических свойств теплоизоляционных материалов, их толкование и расчетные формулы, а также буквенные обозначения терминов физических величин и обозначения соответствующих единиц измерения;

– ДСТУ ISO 9251 [10] является терминологическим словарём, в котором приведены термины и определения различных режимов теплообмена (стационарный, нестационарный, периодический, переходный) и описание классификационных признаков материалов, например, пористые, волокнистые и гранулированные, гомогенные и гетерогенные и другие. Термины приведены на украинском, английском и французском языках;

– в ДСТУ ISO 9288 [11], который касается тепловых процессов, происходящих в материалах при наличии радиационного теплообмена, содержатся толкование теплофизических величин, их символы и обозначения, которыми пользуются при описании радиационного теплообмена, а также расчетные формулы, классификационные признаки материалов по терморadiационным характеристикам и термины, которые касаются характеристик сложного кондуктивно-радиационного теплообмена;

– ДСТУ ISO 9346 [12] регламентирует термины и определения понятий физических величин, применяемых при описании процессов массообмена в теплоизоляционных системах, а также соответствующие им символы и единицы измерения. С учетом того, что в нем собрано большое количество терминов с их буквенными обозначениями (36 наименований), для удобства пользования в стандарте даны алфавитные указатели терминов на украинском и английском языках, а также указатель буквенных обозначений.

Конечным результатом внедрения перечисленных терминологических стандартов является приведение в соответствие с международными нормами терминов и определений теплофизических и массообменных характеристик теплоизоляционных

материалов, а также их обозначений, единиц измерения и расчетных формул, которые применяют в мире для описания режимов теплообмена и теплофизических свойств теплоизоляционных материалов, что является важным фактором для международного сотрудничества.

Регламентированная этими стандартами терминология и система обозначений применены при разработке стандарта ДСТУ ISO 10051 [14], который посвящен влажным теплоизоляционным материалам и устанавливает метод определения коэффициента тепловой проницаемости в стационарном влажностном режиме. Эта величина необходима для прогнозирования тепловой эффективности материалов с учетом влажности в конкретных рабочих условиях его применения.

Особенности использования теплоизоляционных материалов, наносимых на трубы для защиты их от теплопотерь, потребовали разработки специального стандарта – ДСТУ ISO 8497 [9], в котором регламентирован метод цилиндрической стенки для определения теплопередающих свойств теплоизоляции круглых труб в стационарном тепловом режиме. В связи с тем, что структура изоляционного материала изделия плоской формы отличается от структуры материала изделия цилиндрической формы, а его свойства существенно зависят от направления теплового потока относительно таких характерных структур, как волокна или иные вытянутые элементы, нецелесообразно отождествлять значения теплоизоляционных свойств плоского слоя материала со свойствами слоя материала цилиндрической формы. Кроме того, при испытании теплоизоляции, предназначенной для монтажа на трубу, необходимо оставлять между трубой и изоляцией зазор с целью приближения условий испытаний к реальным условиям ее эксплуатации, что нереализуемо в устройствах плоского типа. Возможности соблюдать необходимые требования для обеспечения единства при определении теплопередающих свойств трубной изоляции отвечает цилиндрическая испытательная установка. Этот стандарт устанавливает метод цилиндрической стенки для определения в стационарном режиме теплопередающих свойств теплоизоляции, нанесенной на круглые трубы, которые эксплуатируются при температурах выше температуры окружающего воздуха. В нем сформулированы требования к устройству и общим характеристикам цилиндрической испыта-

тельной установки и регламенту испытаний, а также даны термины и определения физических величин, символы, единицы измерения и расчетные формулы, относящиеся к трубной изоляции.

Группа стандартов [5, 13, 15÷17] распространяется на строительные элементы и конструкции и касается таких важных теплофизических характеристик, которые применяют для описания процессов теплопередачи в них, как тепловое сопротивление и коэффициент теплопередачи:

– ДСТУ ISO 6946 [5] дает расчетный метод определения теплового сопротивления и коэффициента теплопередачи строительных элементов и компонентов, включая стены, полы, потолки, двери, окна и другие застекленные элементы, компоненты, через которые происходит передача теплоты в грунт, или компоненты, через которые может проникать воздух;

– в ДСТУ ISO 9869 [13] описан метод определения в натуральных условиях теплопередающих характеристик строительных элементов из непрозрачных плоских слоев, перпендикулярных направлению теплового потока при условии несущественных боковых потерь, базирующийся на измерении с применением плоских преобразователей теплового потока вида вспомогательной стенки. В нем описаны средства измерения, даны рекомендации по выбору мест установки первичных преобразователей теплового потока и температуры, по регламенту выполнения измерений и обработке результатов. Этот метод не является высокоточным по сравнению с измерениями с применением калориметра или горячей камеры, однако его целесообразно практиковать, когда не стоит задача получения прецизионных данных;

– ДСТУ ISO 10211-1 [15] и ДСТУ ISO 10211-2 [16] распространяются на строительные конструкции, которые содержат теплопроводные включения – элементы с контрастной теплопроводностью относительно основного массива. Теплопроводные включения проявляются на стыках строительных фрагментов. Их наличие приводит к изменению поверхностной плотности теплового потока и температуры внутренней поверхности по сравнению с фрагментами без оных. В [15] установлен обобщенный метод расчета на трехмерной модели [15] тепловых потоков и поверхностных температур при наличии теплопроводных включений произвольной формы с произвольным

количеством граничных условий, а также даны описания трех-, двух- или одномерных геометрических моделей, их определения и технические характеристики, включающие геометрические границы, разбивку на цепочки секций, тепловые граничные условия, необходимые физические величины и зависимости, используемые при расчетах. ДСТУ ISO 10211-2 [16] посвящен частному случаю – линейным теплопроводным включениям, ограниченным двумя различными тепловыми средами. Линейное включение рассмотрено с применением двухмерной геометрической модели. Регламентированный в этих стандартах метод предназначен для определения по расчетным значениям плотности теплового потока и минимального значения поверхностной температуры суммарных тепловых потерь здания или сооружения и для оценки риска конденсации влаги на поверхности, а также для определения линейного и точечного коэффициентов теплопередачи через строительные конструкции и температурных коэффициентов их поверхностей;

– ДСТУ ISO 14683 [17] является логичным добавлением к стандартам [15, 16]. В нем дан упрощенный метод расчета линейного коэффициента теплопередачи через строительные конструкции, содержащие теплопроводные включения.

Достоинством стандартов [5, 15÷17] является унификация метода численных расчетов теплопередающих свойств ограждающих конструкций, цельных и содержащих теплопроводные включения, а также единство терминологии, буквенных обозначений и расчетных формул, согласованных с международными нормами.

Стандарты [7, 8] также распространяются на тепловое сопротивление и другие связанные с ним теплофизические характеристики теплоизоляционных материалов, но касаются метода их измерения и приборов, в которых реализован этот метод. В ДСТУ ISO 8301 [7] описан прибор, основанный на применении преобразователей теплового потока, по показаниям которых определяется плотность теплового потока через исследуемый образец, а в ДСТУ ISO 8302 [8] описан прибор, в котором плотность теплового потока через образец определяют по мощности электрического тока, подведенного к источнику теплоты. Этот элемент прибора, снабженный специальными охранными приспособлениями, обеспечивает однонаправленный

тепловой поток в исследуемый образец. В указанных стандартах описаны принципы действия упомянутых приборов, их конструктивное устройство, технические требования к прибору, образцам, условиям измерений и алгоритму обработки данных.

Однако следует отметить, что между стандартами [7, 8] и действующими в Украине нормативными документами имеется существенное различие.

Во-первых, в ISO указано, что при соблюдении всех его требований погрешность измерения коэффициента теплопроводности не превышает $\pm 3\%$, в то время как действующая в странах СНГ поверочная схема средств измерения теплопроводности приписывает стандартным образцам теплопроводности (по современной терминологии – рабочим эталонам) такую же погрешность $\pm 3\%$, что, естественно, приводит к погрешности рабочих средств измерения не менее $\pm 6\%$. Во-вторых, в ISO говорится, что поверку прибора, оснащенного ПТП, следует осуществлять по рабочим эталонам непосредственно перед и после каждого измерения, что значительно усложняет измерения. В отделе теплотрии ИТТФ выполнены исследования, показавшие, что при наличии оптимальной охранной зоны ПТП, равенстве теплофизических характеристик чувствительной и охранной зон и соблюдении ряда других условий [19], прибор, оснащенный ПТП, способен обеспечить высокую точность измерения и стабильность характеристик, благодаря чему поверку можно проводить всего раз в год.

ДСТУ EN 1434-3 [18], гармонизированный с третьей (из шести) частью стандарта серии EN 1434, распространяющихся на теплосчетчики, то есть на приборы, предназначенные для измерения количества теплоты, которое в теплообменных контурах поглощается или выделяется жидкостью, называемой теплоносителем. ДСТУ EN 1434-3 определяет порядок обмена данными между теплосчетчиком и считывающим устройством по типу “точка–точка” или по типу многоточечной связи. Для второго случая определены условия обмена данными между несколькими теплосчетчиками и одним прибором в локальной сети, что реализуется с применением индукционного интерфейса на измерительной шине Meter-Bus. Кроме того, в стандарте дан обзор типов интерфейсов счетчиков и соответствующих протоколов, технические характеристики конструкций интерфейсов для теплосчетчиков и коммуникации

теплосчетчиков с применением протокола передачи данных согласно европейским стандартам EN 61107 [20] и EN 60807-5:1990 [21].

1. ДСТУ 3401-97 (ГОСТ 30486-97) *Енергозбереження. Методи та засоби вимірювання теплових величин. Загальні положення (Енерго-збереження. Методи и средства измерения тепловых величин. Общие положения).*
2. ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98) *Енергозбереження. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови (Енергосбережение. Преобразователи теплового потока термоэлектрические общего назначения. Общие технические условия).*
3. ДСТУ 4035-2001 *Енергозбереження. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та доквіллям.*
4. ГОСТ 25380-2002 *Енергосбережение. Здания и сооружения. Методы измерения поверхностной плотности тепловых потоков и определения коэффициентов теплообмена между ограждающими конструкциями и окружающей средой.*
5. ДСТУ ISO 6946:2007 (ISO 6946:1996) *Будівельні компоненти та будівельні елементи – Тепловий опір і коефіцієнт теплопередавання – Розрахунковий метод (Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method).*
6. ДСТУ ISO 7345:2005 (ISO 7345:1987, IDT) *Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (Thermal insulation – Physical quantities and definitions).*
7. ДСТУ ISO 8301:2006 (ISO 8301:1991) *Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним теплових характеристик. Прилад із перетворювачем теплового потоку (Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus).*
8. ДСТУ ISO 8302:2007 *Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним теплових характеристик. Прилад із захищеною гарячою пластинною (Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus).*
9. ДСТУ ISO 8497:2005 (ISO 8497:1994, IDT) *Теплоізоляція. Визначення теплопередавальних властивостей теплоізоляції круглих труб в усталеному режимі (Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties of thermal insulation for circular pipes).*
10. ДСТУ ISO 9251:2005 (ISO 9251:1987, IDT) *Теплоізоляція. Режими теплообміну і властивості*

- матеріалів. Словник термінів (*Thermal insulation – Heat transfer conditions and properties of materials – Vocabulary*). 11. ДСТУ ISO 9288:2005 (ISO 9288:1989, IDT) Теплоізоляція. Радіаційний теплообмін. Фізичні величини та визначення понять (*Thermal insulation – Heat transfer by radiation – Physical quantities and definitions*). 12. ДСТУ ISO 9346:2005 (ISO 9346:1987, IDT) Теплоізоляція. Масообмін. Фізичні величини та визначення понять (*Thermal insulation – Mass transfer – Physical quantities and definitions*). 13. ДСТУ ISO 9869:2006 (ISO 9869:1994) Теплоізоляція. Будівельні елементи. Натурні вимірювання теплового опору та коефіцієнта теплопередавання (*Thermal insulation – Building elements – In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance*). 14. ДСТУ ISO 10051:2006 (ISO 10051:1996) Теплоізоляція. Вплив вологи на теплообмін. Визначення коефіцієнта теплової проникності вологого матеріалу (*Thermal insulation – Moisture effects on heat transfer – Determination of thermal transmissivity of a moist material*). 15. ДСТУ ISO 10211-1:2005 (ISO 10211-1:1995, IDT) Теплопровідні включення в будівельній конструкції. Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 1. Загальні методи (*Thermal bridges in building construction – Calculation of Heat flows and surface temperatures – Part 1: General methods*). 16. ДСТУ ISO 10211-2:2005 (ISO 10211-2:2001, IDT) Теплопровідні включення в будівельній конструкції. Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення (*Thermal bridges in building construction – Calculation of heat flow and surface temperatures. Part 2: Linear thermal bridges*). 17. ДСТУ ISO 14683:2007 (ISO 14683:1999) Теплопровідні включення в будівельній конструкції – Лінійний коефіцієнт теплопередавання – Спрошені методи і значення, якими нехтують (*Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values*). 18. ДСТУ EN 1434-3:2005 (EN 1434-3:1997, IDT) Тепловічильники. Частина 3. Обмін даними та інтерфейси (*Heat meters – Part3: Data exchange and interfaces*). 19. Определение тепловых потоков через ограждающие конструкции. Методика М 00013184.5.023-01 / Разработчики: Т.Г. Грищенко и др. – Киев: ЛОГОС, 2002. – 131 с. 20. En 61107:1992 Data exchange for meter reading, tariff and load control. Direct local data exchange (IEC 1107:1992) (Обмен данными для счетчиков, контроль тарифа и нагрузки. Прямой локальный обмен данными). 21. En 60807-5-1:1990 Telecontrol equipment and system – Part 5: Transmission protocols (Дистанционно управляемое оборудование и системы – Часть 5: Протоколы передачи данных).