

УДК 006.058.006.86

ГРИЩЕНКО Т.Г., ВОРОБЬЕВ Л.И.,
ДЕКУША Л.В., ДЕКУША О.Л.

Институт технической теплофизики НАН Украины

ГАРМОНИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ УКРАИНЫ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ (ISO, EN, ГОСТ) В ОБЛАСТИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА И ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Надано інформацію щодо робіт Інституту технічної теплофізики НАН України з гармонізації національних стандартів України з міжнародними (ISO, EN, ГОСТ) для галузі тепло- й масообміну та вимірювань теплових параметрів і теплофізичних характеристик в інтересах енергозбереження.

Представлена інформація о работе Института технической теплофизики НАН Украины по гармонизации национальных стандартов Украины с международными (ISO, EN, ГОСТ) в области тепло- и массообмена и измерения тепловых параметров и теплофизических характеристик в интересах энергосбережения.

The information about the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine work on harmonisation of national standards of Ukraine with international (ISO, EN, GOST) in areas of heat and mass exchange and measurement of thermal parameters and thermophysical characteristics in interests of power savings is presented.

В условиях интеграции Украины в Европейское сообщество все большую актуальность приобретают вопросы гармонизации национальных нормативных документов с международными, что позволяет преодолеть препятствия для сотрудничества с европейскими и другими странами.

В порядке выполнения научно-исследовательских работ в сфере стандартизации, которые в Институте технической теплофизики выполняются с начала 90-х годов, разработано 20 стандартов [1–20] и методика [21]. В их число вошли по три национальных: (ДСТУ 3401, ДСТУ 3756, ДСТУ 4035 [1–3] и международных: (ГОСТ 30486, ГОСТ 30619, ГОСТ 25380 [4–6]); 13 национальных гармонизированных с ISO: ДСТУ ISO6945; ДСТУ ISO 7345; ДСТУ ISO8301; ДСТУ ISO 8302; ДСТУ ISO 8497; ДСТУ ISO 9251; ДСТУ ISO 9288; ДСТУ ISO 9346; ДСТУ ISO9869; ДСТУ ISO 10051; ДСТУ ISO10211-1; ДСТУ ISO 10211-2; ДСТУ ISO 14683 и один – с EN: ДСТУ EN 1434-3 [7–20].

Эти стандарты, разработанные согласно Плану государственной стандартизации, являются частью создаваемой в Украине гармонизированной с международными стандартами нормативной базы для удовлетворения научных, произво-

дственных, торговых и других потребностей общества. Гармонизация отечественных нормативных документов с международными сегодня приобретает особое значение в связи с вступлением Украины в ВТО и существенным расширением международного сотрудничества. Стандарты [7–20] являются стандартами идентичной степени соответствия и представляют собой тождественный перевод соответствующего международного ISO или европейского EN на украинский язык с введением пояснений и дополнений, учитывающих национальные особенности. Все они в той или иной степени касаются процессов тепло- и массообмена, в частности, определений и методов измерения тепловых величин.

Стандарты [1–3], входящие в группу национальных стандартов по энергосбережению, распространяются на тепловые измерения. В первом из них установлены основные тепловые величины, подлежащие учету или контролю при проведении различных энергосберегающих мероприятий, указаны возможные методы их измерения, принципы классификации средств измерения тепловых величин и сформулированы общие технические требования к ним. В ДСТУ [2] впервые

стандартизированы преобразователи теплового потока (ПТП), что позволяет решить проблемы унификации, совместимости и взаимозаменяемости эксплуатируемых и вновь выпускаемых ПТП. ДСТУ [3] регламентирует метод измерения плотности теплового потока через ограждающие конструкции (ОК) с применением ПТП и дает рекомендации по учету искажений истинного значения измеряемой плотности, обусловленных присутствием на контролируемом объекте измерителя с собственными теплофизическими характеристиками, не всегда совпадающими со свойствами ОК. Этот документ способствует единству измерений при оценке теплопотерь и сертификации теплоизоляционных материалов для ОК. В развитие этого стандарта разработан нормативный документ государственных комитетов Украины по энергосбережению и по строительству и архитектуре – методика М 00013184.5.023-01 [21], в которой рассмотрены методы экспериментального определения плотности теплового потока, его конвективной и радиационной составляющих и коэффициентов теплообмена ОК с окружающей средой с применением первичных преобразователей теплового потока и температуры, а также представлен анализ методических погрешностей измерения теплового потока с применением ПТП для различных условий теплообмена с окружающей средой и вариантов взаимного расположения ПТП и ОК.

Эти три ДСТУ легли в основу межгосударственных стандартов [4–6], наличие которых способствовало признанию статуса теплоточных измерений в общей системе измерения тепловых величин, установлению общих требований к методам и средствам их измерения и путей обеспечения достоверности в сопоставимости получаемых результатов в Украине и странах СНГ.

Большая группа ДСТУ, состоящая из девяти национальных стандартов [8–16], гармонизированных с международными (ISO), распространяется на теплоизоляционные материалы и изделия.

Стандарты [8, 11, 13, 14] являются терминологическими, в том числе:

– в ДСТУ ISO 7345 [8] установлен перечень терминов теплофизических свойств теплоизоляционных материалов, даны их толкование, рас-

четные формулы и буквенные обозначения терминов соответствующих единиц измерения;

– в ДСТУ ISO 9251 [12] приведены термины и определение различных режимов теплообмена (стационарный, нестационарный, периодический, переходный) и описание классификационных признаков материалов, например, пористые, волокнистые и гранулированные, гомогенные и гетерогенные и другие;

– в ДСТУ ISO 9288 [13], который касается тепловых процессов, происходящих в материалах при наличии радиационного теплообмена и сложного кондуктивно-радиационного теплообмена даны толкование теплофизических величин, их символы, обозначения и расчетные формулы;

– в ДСТУ ISO 9346 [14] определены понятия физических величин и термины, которые касаются теплоизоляции и которые применены при описании процессов массообмена в теплоизоляционных системах, а также соответствующие им символы и единицы измерения.

Результатом внедрения этих 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 тепломассообмена и теплофизических свойств теплоизоляционных материалов, что является важным фактором для международного сотрудничества.

Эта терминология и система обозначений применены при разработке стандарта ДСТУ ISO 10052 [16], который посвящен влажным теплоизоляционным материалам и устанавливает метод определения коэффициента тепловой проницаемости в стационарном влажностном режиме. Эта информация нужна при прогнозировании тепловой эффективности материалов с учетом влажности в конкретных рабочих условиях его применения.

Для определения теплозащитных качеств материалов, наносимых на трубы для защиты от теплопотерь, разработан ДСТУ ISO 8497 [11], регламентирующий метод цилиндрической стенки для измерений в стационарном тепловом ре-

жиге. 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. В этом стандарте сформулированы требования к устройству и характеристикам цилиндрической испытательной установки и регламенту испытаний, а также даны термины и определения физических величин, символы, единицы измерения и расчетные формулы, относящиеся к трубной изоляции.

Стандарты ДСТУ ISO 8301 [9] и ДСТУ ISO 8302 [10] регламентируют метод и средства измерения теплового сопротивления (обратной величины тепловой проводимости) и связанных с ним теплопередающих свойств теплоизоляционных материалов в лабораторных условиях при стационарном теплообмене в образце, изготовленном в виде плоской пластины. В ДСТУ ISO 8301 дан относительный вариант метода, основанный на измерении отношения значений теплового сопротивления исследуемого материала и эталона в приборе с применением первичных преобразователей теплового потока. Определены основные параметры исследуемого образца и проанализированы составляющие сложного теплообмена, за счет которых в образце происходит передача теплоты конвекцией, тепловым излучением и влагопереносом. Указаны различные схемы конструирования прибора, даны рекомендации разработчикам по выполнению функциональных узлов и сформулированы требования, необходимые для правильной эксплуатации прибора, а также требования к размерам исследуемых образцов.

Стандарт ДСТУ ISO 8302 устанавливает метод защищенной горячей пластины, который являет-

ся абсолютным, так как для определения искомой теплофизической характеристики исследуемого образца выполняют измерения толщины, разности температуры и электрической мощности без измерений на эталонном образце. В стандарте также сформулированы рекомендации проектировщику прибора, требования к условиям эксплуатации, образцу исследуемого материала и алгоритму обработки данных.

Однако следует отметить, что между стандартами [9, 10] 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 3 %, в то время как действующая в странах СНГ поверочная схема измерения теплопроводности приписывает стандартным образцам теплопроводности (по современной терминологии рабочим эталонам) такую же погрешность 3 %, что естественно, приводит к погрешности рабочих средств измерения не менее 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 ИТТФ выполнены исследования, показавшие, что при наличии оптимальной охранной зоны ПТП, равенстве теплофизических характеристик чувствительной и охранной зон ПТП и соблюдении ряда условий [21], прибор, оснащенный ПТП, способен обеспечить высокую точность измерения и стабильность характеристик, благодаря чему поверку можно проводить всего раз в год. Об этом отличии сказано в национальных пояснениях к тексту в соответствующих разделах.

Логичным дополнением к стандартам [9] и [10] является ДСТУ ISO 9869 [15], в котором установлен 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 ПТП. 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. Данным стандартом руководствуются при теплотехнических обследованиях зданий и сооружений с целью определения трансмиссионных тепловых потерь *).

Еще четыре стандарта [7, 17, 18, 19] также касаются процессов теплопередачи и теплофизических свойств, но распространяются на строительные конструкции и элементы. Внедрение этих стандартов и выполнение установленных в них требований один из путей экономии энергоресурсов, в частности, снижения трансмиссионных теплопотерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений. Во всем мире этой проблеме уделяется большое внимание, в том числе и в сфере стандартизации методов определения и контроля основных теплофизических характеристик материалов и изделий, которые влияют на теплозащитные качества ограждающих конструкций.

ДСТУ ISO 10211-1 [17] и ДСТУ ISO 10211-2 [18] распространяются на строительные конструкции, которые содержат теплопроводные включения – элементы с контрастной теплопроводностью относительно основного массива. Влияние этих включений проявляется на стыках со строительными фрагментами. Их наличие приводит к изменению поверхностной плотности теплового потока через фрагменты и температуры внутренней поверхности по сравнению с фрагментами без оных. В [17] установлен обобщенный метод расчета на трехмерной модели [18] теплового потока и поверхностной температуры при наличии теплопроводных включений произвольной формы с произвольным числом граничных условий, которые основаны на применении трех-, дву- или одномерных геометрических моделей. Их определения и технические характеристики, включающие геометрические границы, разбивку секций на цепочки, тепловые гранич-

ные условия, необходимые физические величины и зависимости, используют при расчетах. [18] посвящен частному случаю – линейным теплопроводным включениям, ограниченным двумя различными тепловыми средами. Линейное включение рассмотрено с применением двумерной 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.

Так, стандарты ДСТУ ISO 6946 [7] и ДСТУ ISO 14683 [19], которые распространяются на такие строительные элементы, как, например, теплопроводные включения [19], содержат методики расчета теплового сопротивления и коэффициента теплопередачи строительных конструкций и элементов, в частности, дверей, окон и других застекленных элементов, а также конструкций, через которые происходит теплопередача в грунт. Методика основана на соответствующих расчетных значениях коэффициентов теплопроводности материалов и изделий. Она применима к конструкциям и элементам, состоящим из термических однородных слоев. При наличии неоднородных слоев предложена методика аппроксимации, а также введены поправки для учета влияния присутствующих воздушных прослоек в изоляции, проникающих внутрь теплоизоляционного слоя механических крепежных изделий, конденсации влаги на внутренней стороне крыши. При наличии в строительных конструкциях теплопроводных включений, таких, как анкерная связь или заполненный строительным раствором шов в кладке из легкого материала [19], дана упрощенная методика расчета линейных коэффициентов теплопередачи, знание которых необходимо при определении трансмиссионных теплопотерь ОК.

*) Трансмиссионные теплопотери – это потери теплоты, происходящие за счет кондуктивного теплового потока через ограждающие конструкции здания, сооружения.

Достоинством стандартов [7], [17–19] является унификация метода численных расчетов теплопередающих свойств ограждающих конструкций, однородных и содержащих теплопроводные включения, а также единство терминологии, буквенных обозначений и расчетных формул, согласованных с международными нормами.

ДСТУ EN 1434-3 [20], входящий в серию стандартов ДСТУ EN 1434, состоящую из шести частей, гармонизирован с ее третьей частью, которая распространяется на теплосчетчики, то есть на приборы, предназначенные для измерения количества теплоты, которое в теплообменных контурах поглощается или выделяется жидкостью, называемой теплоносителем. Этот стандарт 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 [22] и EN 60807-5 [23].

Наряду с описанными документами в ИТТФ разработана еще одна методика «Определение сопротивления теплопередаче и тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений различного назначения с применением комбинированного тепловизионно-теплетрического метода», находящаяся в данный момент на рассмотрении в соответствующих ведомствах Украины: министерстве регионального развития и строительства и министерстве по вопросам жилищно-коммунального хозяйства.

Эта методика предназначена для применения при теплотехническом обследовании состояния теплозащиты зданий и сооружений. Она объединяет достоинства бесконтактного обследования с помощью тепловизионной техники полей температуры поверхностей ОК с натурными измерениями температуры поверхностей ОК, воздуха в

пристенных слоях и плотности теплового потока через ОК с целью определения фактических значений основных теплотехнических характеристик: теплового сопротивления, приведенного сопротивления теплопередаче через ОК и трансмиссионных тепловых потерь здания, сооружения. Такая информация стала особенно актуальной при оформлении энергетического паспорта на строительные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3401-97 Энергозбереження. Методи та засоби вимірювання теплових величин. Загальні положення.
2. ДСТУ 3756-98 Энергозбереження. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови.
3. ДСТУ 4035-2001 Энергозбереження. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та доквіллам.
4. ГОСТ 30486-97 Энергосбережение. Методы и средства измерения тепловых величин. Общие положения.
5. ГОСТ 30619-98 Энергосбережение. Преобразователи теплового потока термоэлектрические общего назначения. Общие технические условия.
6. ГОСТ 25380-2001 Энергосбережение. Здания и сооружения. Методы измерения поверхностной плотности тепловых потоков и определения коэффициентов теплообмена между ограждающими конструкциями и окружающей средой.
7. 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).
8. ДСТУ ISO 7345:2005 (ISO 7345:1987, IDT) Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (Thermal insulation – Physical quantities and definitions).
9. ДСТУ ISO 8301:2006 (ISO 8301:1991) Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним теплових характеристик. Прилад із перет-

ворювачем теплового потоку (Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus).

10. *ДСТУ ISO 8302:2007* Теплоізоляція. Визначення теплового опору та пов'язаних із ним теплових характеристик. Прилад із захищеною гарячою пластиною (Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus).

11. *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).

12. *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).

13. *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).

14. *ДСТУ ISO 9346:2005* (ISO 9346:1987, IDT) Теплоізоляція. Масообмін. Фізичні величини та визначення понять (Thermal insulation – Mass transfer – Physical quantities and definitions).

15. *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).

16. *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).

17. *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).

18. *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).

19. *ДСТУ ISO 14683:2007* (ISO 14683:1999) Теплопровідні включення в будівельній конструкції. Лінійний коефіцієнт теплопередавання. Спрощені методи і значення, якими нехтують (Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values).

20. *ДСТУ EN 1434-3:2005* (EN 1434-3: 1997, IDT) Теплолічильники. Частина 3. Обмін даними та інтерфейси (Heat meters – Part3: Data exchange and interfaces).

21. *Определение* тепловых потоков через ограждающие конструкции. Методика М 00013184.5.023-01 / Разработчики: Т.Г. Грищенко и др. – Киев: ЛОГОС, 2002. – 131 с.

22. *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).

23. *En 60807-5:1990* Telecontrol equipment and system – Part 5: Transmission protocols (Дистанционно управляемое оборудование и системы – Часть 5: Протоколы передачи данных).

Получено 23.09.2008 г.