



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

ДСТУ ISO 80000-5:2016  
(ISO 80000-5:2007; IDT)

# ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ

## Частина 5. Термодинаміка

*Видання офіційне*



Київ  
ДП «УкрНДНЦ»  
2017

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Національний науковий центр «Інститут метрології» (ННЦ «Інститут метрології») спільно з Технічним комітетом стандартизації «Метрологія та вимірювання» (ТК 63)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ ДП «УкрНДНЦ» від 21 грудня 2016 р. № 439 з 2018–01–01
- 3 Національний стандарт відповідає ISO 80000-5:2007 Quantities and units — Part 5: Thermodynamics (Величини та одиниці. Частина 5. Термодинаміка)  
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)  
Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 5 НА ЗАМІНУ ДСТУ 3651.1–97 в частині додатка А.4

---

Право власності на цей національний стандарт належить державі.  
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати  
здля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання  
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації  
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2017

## ЗМІСТ

	С.
Національний вступ .....	IV
Передмова до ISO 80000-5:2007 .....	IV
0 Вступ до ISO 80000-5:2007 .....	V
0.1 Розташування таблиць .....	V
0.2 Таблиці величин .....	VI
0.3 Таблиці одиниць .....	VI
0.3.1 Загальні відомості .....	VI
0.3.2 Зауваги щодо одиниць для величин з розмірністю один чи безрозмірних величин .....	VI
0.4 Числові вирази, вжиті в цьому стандарті .....	VI
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Назви, позначення та визначення .....	1
Додаток А (довідковий) Одиниці, ґрунтовані на футі, фунті, секунді та деяких інших пов'язаних одиницях .....	20
Додаток В (довідковий) Інші позасистемні одиниці, наведені для відома, особливо стосовно перевідних коефіцієнтів .....	21

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ ISO 80000-5:2016 (ISO 80000-5:2007, IDT) «Величини та одиниці. Частина 5. Термодинаміка», прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо ISO 80000-5:2007; Cor.1:2011 Quantities and units — Part 5: Thermodynamics (версія en).

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, — ТК 63 «Метрологія та вимірювання».

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

Цей стандарт прийнято на заміну ДСТУ 3651.1–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення в частині додатка А.4.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України.

— слова «цей міжнародний стандарт» та «ця виправлена версія» замінено на «цей стандарт»;

— у розділі 2 наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;

— у таблиці, крім міжнародного позначення, наведено українське позначення одиниць фізичних величин;

— таблиці оформлено згідно з ДСТУ 1.5:2015.

## ПЕРЕДМОВА до ISO 80000-5:2007

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) є всесвітньою федерацією національних організацій зі стандартизації (організацій-членів ISO). Розроблення міжнародних стандартів зазвичай здійснюють технічні комітети ISO. Кожен член, зацікавлений у діяльності, для якої створено технічний комітет, має право бути представленим у цьому комітеті. Міжнародні урядові та неурядові організації, які взаємодіють з ISO, також беруть участь у роботах. ISO тісно співпрацює з Міжнародною електротехнічною комісією (IEC) з усіх питань стандартизації в галузі електротехніки.

Міжнародні стандарти розробляють відповідно до правил, установлених у Директивах ISO/IEC, частина 2.

Основним завданням технічних комітетів є підготування міжнародних стандартів. Проекти міжнародних стандартів, схвалені технічними комітетами, розсилають організаціям-членам на голосування. Опублікування їх як міжнародних стандартів потребує ухвалення щонайменше 75 % організацій-членів, що беруть участь у голосуванні.

Треба мати на увазі, що деякі елементи цього стандарту можуть бути об'єктом патентних прав. ISO не повинен нести відповідальність за ідентифікацію будь-якого одного або всіх патентних прав.

Цей стандарт розроблено Технічним комітетом ISO/TC 12, Величини та одиниці, спільно з Технічним комітетом IEC/TC 25, Величини та одиниці.

Це перше видання скасовує та замінює друге видання ISO 31-4:1992 та ISO 31-4:1992/Amd.1:1998. Основні технічні зміни порівняно з попередніми стандартами полягають у такому:

— змінено подання числових виразів;

— змінено нормативні посилання;

— у кінці списку величин додано деякі величини, що стосуються вологості.

ISO 80000 за загальною назвою «Величини та одиниці» складається з таких частин:

— Частина 1. Загальні положення;

— Частина 2. Математичні знаки та позначки, що використовують у природничих науках і техніці;

— Частина 3. Простір і час;

— Частина 4. Механіка;

— Частина 5. Термодинаміка;

— Частина 7. Світло;

— Частина 8. Акустика;

— Частина 9. Фізична хімія та молекулярна фізика;

— Частина 10. Атомна та ядерна фізика;

— Частина 11. Характеристичні числа;

— Частина 12. Фізика твердого тіла.

IEC 80000 за загальною назвою «Величини та одиниці» складається з таких частин:

- Частина 6. Електромагнітні явища;
- Частина 13. Інформатика та інформаційні технології;
- Частина 14. Телебіометрія, що стосується фізіології людини.

Ця виправлена версія ISO 80000-5:2007 об'єднує такі зміни:

— Передмова	Заголовки ISO/TC 12 та IEC/TC 25 оновлено
— Виноски 1)–5)	Виноски видалено
— Розділ 2	Посилання оновлено
— 5-2 (Визначення)	« $T_0 := 275,15 \text{ K}$ » змінено на « $T_0 := 273,15 \text{ K}$ »
— 5-2.a (Перевідні коефіцієнти та примітки)	ISO 31-0:1992, 3.4 змінено на ISO 80000-1, 7.1.4
— 5-14 (Познака)	$\alpha$ змінено на $a$
— 5-14 (Визначення)	$\alpha$ змінено на $a$
— 5-16.1 (Заувага)	ISO 31-8 змінено на ISO 80000-9
— 5-19 (Заувага)	ISO 31-8 змінено на ISO 80000-9
— 5-21.a (Міжнародна позначка)	K змінено на k

## 0 ВСТУП до ISO 80000-5:2007

### 0.1 Розташування таблиць

Таблиці величин та одиниць у цьому стандарті розташовано в такий спосіб, що величини, наведені в таблицях на сторінках з лівого боку, відповідають одиницям, наведеним на сторінках з правого боку.

Усі одиниці між двома суцільними лініями в таблицях на правій сторінці належать до величин, розташованих між відповідними суцільними лініями в таблицях на лівих сторінках.

Там, де нумерацію пункту змінили під час перегляду частини ISO 31, номер цього пункту в попередньому виданні зазначено в дужках у таблиці на лівій сторінці під новим номером для величини; тире вжито для позначення того, що цього пункту в попередньому виданні немає.

### 0.2 Таблиці величин

Назви найважливіших величин англійською та французькою мовами, що належать до сфери застосування цього стандарту, наведено разом з їхніми символами і, здебільшого, з їхніми визначеннями. Ці назви та символи мають рекомендаційний характер. Визначення надано для ідентифікації величин у Міжнародній системі величин (ISQ), наведених у таблиці на лівих сторінках; список цих величин не є вичерпним.

Зазначено скалярний, векторний або тензорний характер величин, особливо якщо це необхідно для визначень.

Здебільшого наведено лише одну назву та лише один символ величини; якщо для однієї величини наведено дві чи кілька назв або два чи кілька символів і немає принципових відмінностей між ними, то вони — в однаковому статусі. Якщо є два типи курсивного шрифту (наприклад,  $\vartheta$  та  $\theta$ ,  $\phi$  та  $\phi$ ,  $a$  та  $a$ ,  $g$  та  $g$ ), то застосовують лише один з них. Це не означає, що інший тип шрифту є неприйнятним. Не рекомендовано використовувати ці варіанти в різних значеннях. Символ у дужках означає, що він є резервним символом, використовуваним у певному контексті, якщо основний символ використовують з іншим значенням.

Символ у круглих дужках означає, що він є резервним символом для використання в певному контексті, якщо основний символ використовують з іншим значенням.

В англійському виданні назви величин французькою мовою надруковано курсивним шрифтом і їм передують літери *fr*. Рід назви французькою мовою зазначено літерою (m) для чоловічого роду та літерою (f) для жіночого роду безпосередньо після іменника.

#### Національна примітка

У цьому стандарті наведено назви лише українських величин. В Україні не прийнято дублювати назви величин іншими мовами, а також зазначати рід іменника назви величини.

### 0.3 Таблиці одиниць

#### 0.3.1 Загальні відомості

Назви одиниць для відповідних величин подано разом з міжнародними позначеннями та визначеннями. Ці назви одиниць залежать від мови, але позначення є міжнародними та однаковими на всіх мовах. Для отримання додаткової інформації див. брошуру SI (8-е вид. 2006 року) Міжнародного бюро мір та ваг (BIPM) та ISO 80000-1.

Одиниці розташовано в такий спосіб:

а) Спочатку наведено когерентні одиниці SI. Одиниці SI схвалено Генеральною конференцією мір та ваг (CGPM). Рекомендовано застосовувати когерентні одиниці SI; десяткові кратні та частинні від одиниць SI, утворені за допомогою префіксів, хоча про десяткові кратні та частинні в явному виді не згадано.

б) Далі наведено деякі позасистемні одиниці, схвалені Міжнародним комітетом мір та ваг (CIPM) або Міжнародною організацією законодавчої метрології (OIML), або ISO та IEC для використання разом з одиницями SI. Такі одиниці відокремлено в пункті від одиниць SI пунктирною лінією.

в) Позасистемні одиниці, схвалені CIPM для використання нарівні з одиницями SI, наведено дрібним шрифтом (меншим, ніж розмір шрифту в основному тексті) в колонці «Перевідні коефіцієнти та примітки».

г) Позасистемні одиниці та не рекомендовані до використання, надано лише в додатках до деяких частин цього стандарту. Ці додатки є довідковими, насамперед стосовно перевідних коефіцієнтів, і не є невід'ємними частинами цього стандарту. Одиниці, не рекомендовані до використання, скомпоновано у дві групи:

1) одиниці в системі CGS (система сантиметр-грам-секунда) зі спеціальними назвами;

2) одиниці, ґрунтовані на футі, фунті, секунді та деяких інших, пов'язаних з ними одиницях.

е) Інші позасистемні одиниці, наведені для відома, особливо стосовно перевідних коефіцієнтів, надано в іншому додатку.

#### 0.3.2 Зауваги щодо одиниць для величин з розмірністю один чи безрозмірних величин

Когерентною одиницею будь-якої величини з розмірністю один, яку також називають безрозмірною величиною, є число один, позначення 1. У разі вираження значення такої величини позначення 1 зазвичай не пишуть.

*Приклад 1.*

Показник заломлення  $n = 1,53 \times 1 = 1,53$ .

Для утворення кратних або часткових одиниць не застосовують префіксів. Замість префіксів рекомендовано застосовувати степені числа 10.

*Приклад 2.*

Число Рейнольдса  $Re = 1,32 \times 10^3$ .

Ураховуючи те, що площинний кут зазвичай визначають як відношення двох довжин, а просторовий кут — як відношення двох площ, у 1995 р. CGPM установила, що в системі SI радіан, позначення рад, істерадіан, позначення sr, є безрозмірними похідними одиницями. Це означає, що площинний кут і просторовий кут вважають похідними величинами з розмірністю один. Отже одиниці радіан істерадіан дорівнюють одному; ними можна знехтувати або використовувати у виразах для похідних одиниць, щоб показати відмінність між величинами різного роду, що мають однакову розмірність.

### 0.4 Числові вирази, вжиті в цьому стандарті

Знак «=» застосовують для позначення «точно дорівнює», знак «≈» — для позначення «приблизно дорівнює» і знак «:=» — для позначення «дорівнює за визначенням».

Числові значення фізичних величин, отримані експериментально, завжди мають відповідну невизначеність вимірювання. Цю невизначеність треба завжди зазначати. У цьому стандарті величину невизначеності відображено в такому прикладі.

*Приклад 1.*

$l = 2,347\ 82(32)\text{ м.}$

У цьому прикладі  $l = a(b)$  м приймають, що числове значення невизначеності  $b$ , зазначене в круглих дужках, застосовно до останніх (і найменш значущих) цифр числового значення  $a$  довжини  $l$ . Це позначення вживають, якщо  $b$  є стандартною невизначеністю (оцінений стандартний відхил) визначення останніх цифр  $a$ . Наведений вище числовий приклад можна інтерпретувати так, що найкраща оцінка числового значення довжини  $l$  ( $l$  виражено в метрах) становить 2,347 82, а невідоме значення  $l$  лежить між  $(2,347\ 82 - 0,000\ 32)\text{ м}$  та  $(2,347\ 82 + 0,000\ 32)\text{ м}$  з ймовірністю, визначеною стандартною невизначеністю 0,000 32 м за умови нормального розподілу значень  $l$ .

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ

Частина 5. Термодинаміка

QUANTITIES AND UNITS

Part 5. Thermodynamics

Чинний від 2018-01-01

**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

У цьому стандарті вжито назви, позначення та визначення величин й одиниць термодинаміки. За потреби також наведено перевідні коефіцієнти.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Наведені нижче нормативні документи потрібні для застосування цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань треба користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

ISO 80000-1:2009 Quantities and units — Part 1: General

ISO 80000-3:2006 Quantities and units — Part 3: Space and time

ISO 80000-4:2006 Quantities and units — Part 4: Mechanics

ISO 80000-9:2009 Quantities and units — Part 9: Physical chemistry and molecular physics.

**НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ**

ISO 80000-1:2009 Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення

ISO 80000-3:2006 Величини та одиниці. Частина 3. Простір і час

ISO 80000-4:2006 Величини та одиниці. Частина 4. Механіка

ISO 80000-9:2009 Величини та одиниці. Частина 9. Фізична хімія та молекулярна фізика.

**3 НАЗВИ, ПОЗНАЧЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

Назви, позначення та визначення для величин й одиниць термодинаміки наведено далі.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ			ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-1 (4-1)	термодинамічна температура	$T, (^\circ)$	Одна з основних величин Міжнародної системи величин ISQ, на якій ґрунтовано міжнародну систему одиниць SI	Термодинамічна температура — величина, вимірювана первинним термометром, прикладом якого є газовий термометр постійного тиску, акустичний термометр, термометр повного випромінювання
5-2 (4-2)	температура за Цельсієм	$t, ^\circ$	$t = T - T_0$ , де $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1); $T_0 := 273,15 \text{ K}$	Термодинамічна температура $T_0$ точно на 0,01 K нижче за термодинамічну температуру потрійної точки води



ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-1.а	кельвін	К	К	Одиниця термодинамічної температури, яка дорівнює 1/273,16 частині термодинамічної температури потрійної точки води	Інтервали або різниці термодинамічних температур і температур за Цельсієм ідентичні. Такі інтервали або різниці може бути виражено як в кельвінах, К, так і в градусах Цельсія, °С. Треба зазначити, що символу °С для градусів Цельсія передують проміжок (див. ISO 80000-1; 7.1.4). <b>Міжнародна температурна шкала 1990 року.</b> У 1989 році Міжнародним комітетом з мір та ваг для практичних вимірювань прийнято Міжнародну температурну шкалу 1990, ITS-90 (МТШ-90). Температурну шкалу 1990 року введено з 1990 року рішенням Генеральної конференції з мір та ваг (ГКМВ) 1989 року на основі рекомендацій Консультативного комітету з термометрії (CCT)
5-2.а	градус Цельсія	°С	°С	Спеціальна назва кельвіна для використання в значенні температури за Цельсієм $1\text{ }^{\circ}\text{C} := 1\text{ K}$	Величини, які відповідають термодинамічній температурі та температурі Цельсія і визначені за цими шкалами, позначають $T_{90}$ та $t_{90}$ , відповідно (замінюючи $T_{68}$ та $t_{68}$ , визначені за Міжнародною Практичною Температурною Шкалою 1968, IPTS-68), де $t_{90} = T_{90} - T_0$ . Одиниці $T_{90}$ та $t_{90}$ — це кельвін, символ К, і градус Цельсія, символ °С, відповідно. Докладніше див. Міжнародну температурну шкалу 1990 року (ITS-90) Metrologia, 27 (1990), № 1. Визначення кельвіна належить до води, яка має ізотопний склад, точно визначений такими відношеннями кількості речовини: $0,000\ 155\ 76$ моль $^2\text{H}$ на моль $^1\text{H}$ $0,000\ 379\ 9$ моль $^{17}\text{O}$ на моль $^{16}\text{O}$ $0,002\ 005\ 2$ моль $^{18}\text{O}$ на моль $^{16}\text{O}$

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-3.1 (4-3.1)	коефіцієнт лінійного розширення	$\alpha_l$	$\alpha_l = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT},$ де $l$ — довжина (див. ISO 80000-3, п. 5-1); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1)	Індекси в позначеннях пп. 5-3.3—5-5.2 може бути опущено, якщо це не призводить до непорозуміння
5-3.2 (4-3.2)	коефіцієнт об'ємного розширення	$\alpha_V, \alpha, \gamma$	$\alpha_V = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT},$ де $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)) $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1)	
5-3.3 (4-3.3)	відносний коефіцієнт тиску	$\alpha_p$	$\alpha_p = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V,$ де $p$ — тиск (ISO 80000-4, п. 4-5.1); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1); $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)	
5-4 (4-4)	коефіцієнт тиску	$\beta$	$\beta = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V,$ де $p$ — тиск (ISO 80000-4, п. 4-15.1) $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1); $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)	
5-5.1 (4-5.1)	ізотермна стисливість	$\kappa_T$	$\kappa_T = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T,$ де $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4); $p$ — тиск (ISO 80000-4, п. 4-15.1)	$T$ — термодинамічна температура (п. 5-1)
5-5.2 (4-5.2)	ізоентропна стисливість	$\kappa_S$	$\kappa_S = \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_S,$ де $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4); $p$ — тиск (ISO 80000-4, п. 3-1.1)	$S$ — ентропія (п. 5-18)

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн	укр.		
5-3.а	кельвін у мінус першому степені	$K^{-1}$	$K^{-1}$		
5-4.а	паскаль на кельвін	$Pa/K$	$Pa/K$		Щодо одиниці паскаль див. ISO 80000-4, п. 4-15.а
5-5.а	паскаль у мінус першому степені	$Pa^{-1}$	$Pa^{-1}$		

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-6 (4-6)	теплота, кількість теплоти	$Q$	Різниця між збільшенням повної енергії (п. 5-20.1) фізичної системи та роботою, виконаною над системою, за умови, що кількість речовини в системі залишається незмінною	Тепло, передане в ізотермічному процесі, може бути виражено через заміну у відповідних термодинамічних функціях, наприклад, $T \cdot \Delta S$ , де $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1) та $S$ — ентропія (п. 5-18), або $\Delta H$ , де $H$ — ентальпія (п. 5-20.3). <b>Примітка.</b> Поглинання тепла може спричинити збільшення термодинамічної температури або інші ефекти, такі як фазові переходи чи хімічні процеси
5-7 (4-7)	тепловий потік	$\Phi$	Швидкість, з якою тепло (п. 5-6) перетинає поверхню	
5-8 (4-8)	тепловий потік, поверхнева густина теплового потоку	$q, \varphi$	$q = \frac{\Phi}{A}$ , де $\Phi$ — тепловий потік (п. 5-7); $A$ — площа (ISO 80000-3, п. 3-3)	
5-9 (4-9)	теплопровідність	$\lambda, (\kappa)$	Відношення поверхневої густини теплового потоку (п. 5-8) до градієнта температури (п. 5-1)	
5-10.1 (4-10.1)	коефіцієнт теплообміну	$K, (k)$	Відношення поверхневої густини теплового потоку (п. 5-8) до різниці термодинамічних температур (5-1)	У будівництві коефіцієнт теплообміну часто називають тепловим коефіцієнтом пропускання та позначають символом $U$
5-10.2 (4-10.2)	коефіцієнт поверхневого теплообміну	$h, (\alpha)$	$q = h(T_s - T_r)$ , де $q$ — поверхнева густина теплового потоку (п. 5-8); $T_s$ — термодинамічна температура (п. 5-1) поверхні; $T_r$ — початкова термодинамічна температурна характеристика суміжного середовища	

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-6.а	джоуль	J	Дж		Щодо одиниці джоуль див. ISO 80000-4, п. 4-27.а
5-7.а	ват	W	Вт		
5-8.а	ват на квадратний метр	W/m <sup>2</sup>	Вт/м <sup>2</sup>		
5-9.а	ват на метр-кельвін	W/(m·K)	Вт/м·K		
5-10.а	ват на квадратний метр-кельвін	W/m <sup>2</sup> ·K	Вт/м <sup>2</sup> ·K		

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-11 (4-11)	теплоізоляція, коефіцієнт теплоізоляції	$M$	$M = \frac{1}{K}$ , де $K$ — коефіцієнт теплообміну (п. 5-10.1)	У будівництві коефіцієнт теплообміну часто називають тепловим коефіцієнтом пропускання та позначають символом $R$
5-12 (4-12)	термічний опір	$R$	Відношення різниці термодинамічних температур (п. 5-1) до величини теплового потоку (п. 5-7)	Див. примітку до 5-11
5-13 (4-13)	теплопровідність	$G, (H)$	$G = \frac{1}{R}$ , де $R$ — термічний опір (5-12)	Див. примітку до 5-11. Цю величину також називають коефіцієнтом теплопередавання
5-14 (4-14)	температуро-провідність	$a$	$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$ , де $\lambda$ — теплопровідність (п. 5-9); $\rho$ — питома густина (ISO 80000-4, п. 4-2); $c_p$ — питома теплоємність за постійного тиску (п. 5-16.2)	
5-15 (4-15)	теплоємність	$C$	Якщо термодинамічна температура системи збільшується на $dT$ у результаті додання нескінченно малої кількості теплоти $dQ$ , $C = \frac{dQ}{dT}$ , де $Q$ — кількість тепла (п. 5-6); $T$ — термодинамічна температур (п. 5-1)	Теплоємність не визначено повністю, якщо не визначено типу передавання тепла

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-11.а	квадратний метр-кельвін на ват	$m^2 \cdot K/W$	$m^2 \cdot K/Вт$		
5-12.а	кельвін на ват	$K/W$	$K/Вт$		
5-13.а	ват на кельвін	$W/K$	$Вт/K$		
5-14.а	квадратний метр за секунду	$m^2/s$	$m^2/с$		
5-15.а	джоуль на кельвін	$J/K$	$Дж/K$		

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-16.1 (4-16.1)	питома теплоємність	$c$	Відношення теплоємності (п. 5-15) до маси (ISO 80000-4; п. 4-1)	Для відповідних молярних величин, див. ISO 80000-9
5-16.2 (4-16.2)	питома теплоємність за постійного тиску	$c_p$		
5-16.3 (4-16.3)	питома теплоємність за постійного об'єму	$c_v$		
5-16.4 (4-16.4)	питома теплоємність за кипіння	$c_{\text{sat}}$		
5-17.1 (4-17.1)	відношення питомих теплоємностей	$\gamma$	$\gamma = c_p / c_v$ , де $c_p$ — питома теплоємність за постійного тиску (п. 5-16.2); $c_v$ — питома теплоємність за постійного об'єму (п. 5-16.3)	Для ідеального газу $\kappa$ дорівнює $\gamma$
5-17.2 (4-17.2)	показник (степеня) адіабати	$\kappa$	$\kappa = -\frac{V}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial V} \right)_S$ де $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4); $p$ — тиск (ISO 80000-4, п. 4-15.1); $S$ — ентропія (п. 5-18)	



ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-16.а	джоуль на кілограм-кельвін	J/(kg·K)	Дж/кг·К		
5-17.а	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-18 (4-18)	ентропія	$S$	Функція стану системи, якщо нескінченно мала теплота (п. 5-6) $dQ$ , отримана системою, термодинамічна температура якої (п. 5-1) є $T$ , збільшується як $dQ/T$ за умови, що жодних зворотних змін у системі немає	
5-19 (4-18)	питома ентропія	$s$	$s = \frac{S}{m}$ , де $S$ — ентропія (п. 5-18); $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	Для відповідних молярних величин, див. ISO 80000-9
5-20.1 (4-20.1)	енергія	$E$	Величина, яка характеризує здатність системи виконувати роботу (ISO 80000-4, п. 4-27.1)	Енергія існує в різних формах і є такою, що піддається взаємному перетворенню повністю або частково
5-20.2 (4-20.2)	внутрішня енергія, термодинамічна енергія	$U$	Для ізольованої термодинамічної системи $\Delta U = Q + W$ , де $Q$ — кількість теплоти (п. 5-6), передана системі; $W$ — робота, виконана над цією системою, за умови відсутності хімічних реакцій	
5-20.3 (4-20.3)	ентальпія	$H$	$H = U + pV$ , де $U$ — внутрішня енергія (п. 5-20.2); $p$ — тиск, (ISO 80000-4, п. 4-15.1); $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)	
5-20.4 (4-20.4)	енергія Гельмгольца, функція Гельмгольца	$A, F$	$A = U - TS$ , де $U$ — внутрішня енергія (п. 5-20.2); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1); $S$ — ентропія (п. 5-18)	
5-20.5 (4-20.5)	енергія Гіббса, функція Гіббса	$G$	$G = H - TS$ , де $H$ — ентальпія (п. 5-20.3); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1); $S$ — ентропія (п. 5-18)	

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-18.а	джоуль на кельвін	J/K	Дж/К		
5-19.а	джоуль на кілограм-кельвін	J/kg·K	Дж/кг·К		
5-20.а	джоуль	J	Дж		

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-21.1 (4-21.1)	питома енергія	$e$	$e = E / m$ , де $E$ — енергія (п. 5-20.1); $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	Назву «вільна питома енергія Гельмгольца» також використовують  Назву «вільна питома енергія Гіббса» також використовують
5-21.2 (4-21.2)	питома внутрішня енергія, питома термодинамічна енергія	$u$	$u = U / m$ , де $U$ — термодинамічна енергія (п. 5-20.2); $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	
5-21.3 (4-21.3)	питома ентальпія	$h$	$h = H / m$ , де $H$ — ентальпія (п. 5-20.3), $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	
5-21.4 (4-21.4)	питома енергія Гельмгольца, питома функція Гельмгольца	$a, f$	$a = A / m$ , де $A$ — енергія Гельмгольца (п. 5-20.4); $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	
5-21.5 (4-21.5)	питома енергія Гіббса, питома функція Гіббса	$g$	$g = G / m$ , де $G$ — енергія Гіббса (п. 5-20.5); $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1)	
5-22 (4-22)	функція Масьє	$J$	$J = -A / T$ , де $A$ — енергія Гельмгольца (п. 5-20.4); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1)	
5-23 (4-23)	функція Планка	$Y$	$Y = -G / T$ , де $G$ — енергія Гіббса (п. 5-20.5); $T$ — термодинамічна температура (п. 5-1)	

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-21.а	джоуль на кілограм	J/kg	Дж/кг		
5-22.а	джоуль на кельвін	J/K	Дж/К		
5-23.а	джоуль на кельвін	J/K	Дж/К		

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-24 (—)	масова концентрація води	$w$	$w = m / V$ , де $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1) води, незалежно від агрегатного стану; $V$ — об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)	Масову концентрацію води в насиченому стані позначають $w_{\text{sat}}$
5-25 (—)	масова концентрація водяної пари	$v$	$v = m / V$ , де $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1) водяної пари; $V$ — повний газовий об'єм (ISO 80000-3, п. 3-4)	Масову концентрацію водяної пари в насиченому стані позначають $v_{\text{sat}}$
5-26 (—)	масове співвідношення води до сухої речовини	$u$	$u = m / m_d$ , де $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1) води; $m_d$ — маса сухої речовини	Масове співвідношення води до сухої речовини в насиченому стані позначають $u_{\text{sat}}$
5-27 (—)	масове співвідношення водяної пари до сухого газу	$x$	$x = m / m_d$ , де $m$ — маса (ISO 80000-4, п. 4-1) водяної пари; $m_d$ — маса сухого газу	Масове співвідношення водяної пари до сухого газу в насиченому стані позначають $x_{\text{sat}}$
5-28 (—)	масова фракція води	$w_{\text{H}_2\text{O}}$	$w_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{u}{1 + u}$ , де $u$ — масове співвідношення води до сухої речовини (п. 5-26)	
5-29 (—)	масова фракція сухої речовини	$w_d$	$w_d = 1 - w_{\text{H}_2\text{O}}$ , де $w_{\text{H}_2\text{O}}$ — масова фракція води (п. 5-28)	
5-30 (—)	відносний парціальний тиск	$\varphi$	$\varphi = p / p_{\text{sat}}$ , де $p$ — парціальний тиск (ISO 80000-4, п. 4-15.1) пари; $p_{\text{sat}}$ — парціальний тиск у насиченому стані (за тої самої температури)	Відносний парціальний тиск, так званий RH, виражають у відсотках

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-24.a	кілограм на кубічний метр	kg/m <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>		
5-25.a	кілограм на кубічний метр	kg/m <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>		
5-26.a	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-27.a	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-28.a	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-29.a	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-30.a	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2

ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ
Пункт №	Назва	Символ	Визначення	Примітки
5-31 (—)	відносна масова концентрація пари	$\varphi$	$\varphi = p / p_{\text{sat}}$ , де $v$ — питома концентрація водяної пари; $v_{\text{sat}}$ — питома концентрація водяної пари (п. 5-25) у насиченому стані (за тої самої температури)	За нормальних умов відносний парціальний тиск (п. 5-30) можна передбачити таким, що дорівнює відносній масовій концентрації пари
5-32 (—)	відношення відносних мас пари	$\psi$	$\psi = x / x_{\text{sat}}$ , де $x$ — відношення мас водяної пари до сухого газу (п. 5-27); $x_{\text{sat}}$ — відношення мас водяної пари до сухого газу в насиченому стані (за тої самої температури)	
5-33 (—)	температура точки роси	$T_d$	Температура, за якою пара в повітрі досягає насичення	Відповідну температуру Цельсія позначають $t_d$ . Цю величину також називають точкою роси



ТЕРМОДИНАМІЧНІ				ВЕЛИЧИНИ	
Пункт №	Назва	Позначення		Визначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
		міжн.	укр.		
5-31.а	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-32.а	один	1	1		Див. Вступ, 0.3.2
5-33.а	кельвін	К	К		Одиниця для відповідної температури за Цельсієм — градус Цельсія, символ °C

## ДОДАТОК А

(довідковий)

ОДИНИЦІ, ГРУНТОВАНІ НА ФУТІ, ФУНТІ, СЕКУНДІ  
ТА ДЕЯКИХ ІНШИХ ПОВ'ЯЗАНИХ ОДИНИЦЯХ

Використання цих одиниць не рекомендовано.

Величина, пункт №	Величина	Одиниця, пункт №	Назва одиниці, позначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
5-1	Термодинамічна температура — $T$	5-1.A.a	Градус Ранкіна — $^{\circ}\text{R}$	$1^{\circ}\text{R} := \frac{5}{9} \text{K}$ Символу $^{\circ}\text{R}$ для градуса Ранкіна передуює пропуск
—	Температура Фаренгейта — $t_F$	5-2.A.a	Градус Фаренгейта — $^{\circ}\text{F}$	$\frac{t_F}{^{\circ}\text{F}} := \frac{9}{5} \frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 32 = \frac{9}{5} \frac{T}{\text{K}} - 459,67$ Одиниця «градус Фаренгейта» ідентична одиниці «градус Ранкіна». Символу $^{\circ}\text{F}$ для градуса Фаренгейта передуює пропуск
5-6	Теплота, кількість теплоти	5-6.A.a	Британська калорія — Btu	$1 \text{ Btu} := 788,169 \text{ ft} \cdot \text{lbf} \approx 1\,055,056 \text{ J}$
5-7	Тепловий потік	5-7.A.a	Британська калорія за годину — Btu/h	$1 \text{ Btu/h} \approx 0,293\,071 \text{ W}$
5-9	Теплопровідність	5-9.A.a	Британська калорія за секунду-фут-градус Ранкіна — Btu/(s · ft · $^{\circ}\text{R}$ )	$1 \text{ Btu}/(\text{s} \cdot \text{ft} \cdot ^{\circ}\text{R}) \approx 6\,230,64 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
5-10	Коефіцієнт теплообміну	5-10.A.a	Британська калорія за годину-квадратний фут-градус Ранкіна — Btu/(s · ft <sup>2</sup> · $^{\circ}\text{R}$ )	$1 \text{ Btu}/(\text{s} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{R}) \approx 204\,41,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		5-10.A.b	Британська калорія за секунду-квадратний фут-градус Ранкіна — Btu/(h · ft <sup>2</sup> · $^{\circ}\text{R}$ )	$1 \text{ Btu}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{R}) \approx 5,678\,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
5-14	Температуропровідність	5-14.A.a	Квадратний фут за секунду — ft <sup>2</sup> /s	$1 \text{ ft}^2/\text{s} \approx 0,092\,903\,04 \text{ m}^2/\text{s}$
5-16.1	Титома теплоємність	5-14.A.a	Британська калорія на фунт-градус Ранкіна — Btu/(lb · $^{\circ}\text{R}$ )	$1 \text{ Btu}/(\text{lb} \cdot ^{\circ}\text{R}) = 4\,186,8 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
5-19	Питома ентропія	5-19.A.a	Британська калорія на фунт-градус Ранкіна — Btu/(lb · $^{\circ}\text{R}$ )	$1 \text{ Btu}/(\text{lb} \cdot ^{\circ}\text{R}) = 4\,186,8 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
5-21.1	Питома енергія	5-21.A.a	Британська калорія на фунт Btu/lb	$1 \text{ Btu}/\text{lb} = 2\,326 \text{ J}/\text{kg}$
5-21.2	Питома термодинамічна енергія			
5-21.3	Питома ентальпія			
5-21.4	Питома енергія Гельмгольца			
5-21.5	Питома енергія Гіббса			

ДОДАТОК В  
(довідковий)

**ІНШІ ПОЗАСИСТЕМНІ ОДИНИЦІ, НАВЕДЕНІ ДЛЯ ВІДОМА,  
ОСОБЛИВО СТОСОВНО ПЕРЕВІДНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ**

Величина, пункт №	Величина	Одиниця, пункт №	Назва одиниці, позначення	Перевідні коефіцієнти та примітки
5-6	Теплота, кількість теплоти	5-6.B.a	15-градусна кал — кал <sub>15</sub>	1 кал <sub>15</sub> — кількість тепла для нагрівання 1 г води, яка не містить повітря, від 14,5 °С до 15,5 °С за умови постійного тиску 101,325 кПа 1 кал <sub>15</sub> ≈ 4,185 5(5) Дж
		5-6.B.b	Міжнародна калорія — кал <sub>МН</sub>	1 кал <sub>МН</sub> := 4,186 8 Дж 1 Мкал <sub>МН</sub> := 1,163 кВт·год
		5-6.B.c	Термохімічна калорія — кал <sub>ТХ</sub>	1 кал <sub>ТХ</sub> := 4,184 Дж

Код УКНД 17.020

**Ключові слова:** Міжнародна система одиниць, величина, безрозмірнісна величина, одиниця, основна одиниця, похідна одиниця, позасистемна одиниця, термодинаміка.

Редактор Л. Ящук  
Верстальник Т. Олексюк

---

Підписано до друку 24.11.2017. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 3,25. Зам. 2003. Ціна договірна.

---

Виконавець  
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр  
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)  
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 серія ДК № 1647