



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Визначення твердості за Брінеллем
Частина 2. Повірка та калібрування приладів
для вимірювання твердості
(ISO 6506-2:2005, IDT)

ДСТУ ISO 6506-2:2008

Видання офіційне

БЗ № 8–2008/537

Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2010

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет стандартизації ТК 81 «Стандартизація методів контролю механічних, металографічних та корозійних властивостей металопродукції»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **В. Вахрушева**, д-р техн. наук; **Л. Левченко**; **О. Малиш**; **Н. Ярошенко**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 15 серпня 2008 р. № 289 з 2010–01–01

3 Національний стандарт відповідає ISO 6506-2:2005 Metallic materials — Brinell hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines (Металеві матеріали. Визначання твердості за Брінеллем. Частина 2. Повірка та калібрування приладів для вимірювання твердості)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2010

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	IV
Передмова до ISO 6506-2:2005	IV
Уведення	IV
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Загальні умови	2
4 Пряма повірка	2
5 Непряма повірка	3
6 Періодичність повірок	5
7 Звіт про повірку/свідоцтво про калібрування	5
Додаток А Похибка результатів калібрування приладу для вимірювання твердості	6
Бібліографія	10

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 6506-2:2005 Metallic materials — Brinell hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines (Металеві матеріали. Визначання твердості за Брінеллем. Частина 2. Повірка (вивіряння) та калібрування приладів для вимірювання твердості).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт в Україні — ТК 81 «Стандартизація методів контролю механічних, металографічних та корозійних властивостей металопродукції».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «ця частина ISO 6506» замінено на «цей стандарт»;
 - структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з комплексом стандартів «Національна стандартизація»;
 - у розділах «Нормативні посилання», «Непряма повірка (вивіряння)» та «Бібліографія» наведено «Національне пояснення», виділене у тексті рамкою;
 - з «Передмови до ISO 6506-2:2005» до національного стандарту долучено те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
 - позначки одиниць виміру відповідають багаточастинному стандарту ДСТУ 3651:1997 «Метрологія. Одиниці фізичних величин».
- Копії міжнародних стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, можна замовити у Головному фонді нормативних документів.

ПЕРЕДМОВА ДО ISO 6506-2:2005

ISO 6506 складається з таких частин під загальною назвою «Металеві матеріали. Визначання твердості за Брінеллем».

Частина 1. Метод випробовування

Частина 2. Повірка і калібрування приладів для вимірювання твердості

Частина 3. Калібрування стандартних зразків

Частина 4. Таблиці значень твердості.

УВЕДЕННЯ

Треба відзначити, що в цьому стандарті регламентовано використання сферичного індентора з твердого металу.

Позначання твердості за Брінеллем HBW не можна ототожнювати з попереднім позначенням HB або HBS, коли використовували сферичний сталевий індентор.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Визначення твердості за Брінеллем
Частина 2. Повірка та калібрування приладів
для вимірювання твердості

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Определение твердости по Бринеллю
Часть 2. Поверка и калибровка приборов
для измерения твердости

METALLIC MATERIALS

Brinell hardness test
Part 2. Verification and calibration
of testing machines

Чинний від 2010-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює метод повірки (вивіряння) і калібрування приладів для вимірювання твердості за Брінеллем згідно з ISO 6506-1.

Описано прямий метод перевіряння основних функцій приладу та непрямий метод для загального перевіряння приладу. Непрямий метод можна використовувати також для звичайного періодичного перевіряння роботи приладу під час його експлуатування.

Якщо прилад використовують для інших методів вимірювання твердості, його повіряють відповідно для кожного методу.

Цей стандарт можна використовувати для портативних пристроїв вимірювання твердості.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Документи, наведені нижче, на які роблять посилання, є обов'язковими для сфери застосування цього стандарту. Для датованих посилань чинна тільки зазначена публікація. Для недатованих посилань чинна тільки найостанніша публікація (охоплюючи всі поправки).

ISO 376:2004 Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines

ISO 6506-1:2005 Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method

ISO 6506-3 Metallic materials — Brinell hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks

ISO 6507-1 Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 376:2004 Металеві матеріали. Калібрування приладів для вимірювання зусилля використовують для перевірки (вивіряння) одноосних вимірювальних приладів

ISO 6506-1:2005 Металеві матеріали. Визначання твердості за Брінеллем. Частина 1. Метод випробування (Впровадженний в Україні як ДСТУ ISO 6506-1:2007)

ISO 6506-3 Металеві матеріали. Визначення твердості за Брінеллем. Частина 3. Калібрування стандартних зразків

ISO 6507-1 Металеві матеріали. Визначення твердості за Віккерсом. Частина 1. Метод випробування (Впровадженний в Україні як ДСТУ ISO 6507-1:2007).

3 ЗАГАЛЬНІ УМОВИ

Перед початком перевірки приладу для вимірювання твердості за Брінеллем треба перевірити основні складанні одиниці приладу, щоб переконатись, що вони працюють відповідно до інструкції виробника.

Особливу увагу треба звернути на таке:

- a) шток, який утримує кульку, має правильно пересуватися вздовж направної;
- b) утримувач кульки з кулькою (тобто те, що повіряють відповідно до 4.3) має бути надійно закріплений на штоці;
- c) зусилля вимірювання треба прикладати без поштовхів, вібрації та перевищування швидкості так, щоб не було жодних впливів на значення показів;
- d) під час перевіряння вимірювальної системи, вбудованої у прилад, потрібно звернути увагу на таке:
 - перехід від зняття зусилля вимірювання до режиму вимірювання не має впливати на значення показань;
 - освітлювання не має впливати на зняття показів;
 - за можливості, центр відбитка має знаходитись у центрі поля зору.

4 ПРЯМА ПОВІРКА

4.1 Загальні положення

4.1.1 Пряму перевірку виконують за температури $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Якщо перевірку проводять поза межами цього температурного діапазону, то це треба зазначати у звіті про перевірку.

4.1.2 Прилади, використовувані для перевірки і калібрування, мають відповідати національним стандартам.

4.1.3 Пряма перевірка охоплює таке:

- a) калібрування зусилля вимірювання;
- b) перевірка індентора;
- c) калібрування вимірювальної системи;
- d) перевіряння вимірювального циклу.

4.2 Калібрування зусилля вимірювання твердості

4.2.1 Кожне зусилля під час вимірювання твердості перевіряють у межах робочого діапазону приладу. Коли можливо, це треба робити не менше ніж у трьох положеннях штока, розділивши числове значення довжини ходу під час вимірювання на рівні частини.

4.2.2 Потрібно тричі вимірювати кожне зусилля в кожному положенні штоку. Безпосередньо перед кожним вимірюванням шток має рухатися у тому самому напрямку, що й під час вимірювання твердості.

4.2.3 Зусилля потрібно вимірювати одним з таких двох методів:

- за допомогою приладу для перевіряння зусилля відповідно до ISO 376:2004, клас 1;
- або способом урівноважування зусилля з похибкою $\pm 0,2 \%$ за допомогою каліброваних гир або іншим методом із такою самою похибкою.

4.2.4 Кожне вимірювання зусилля потрібно виконувати у межах $\pm 1,0 \%$ від номінального зусилля вимірювання твердості, як визначено у ISO 6506-1.

4.3 Повірка індентора

4.3.1 Індентор складається з **кульки й утримувача**. Повірку (вивіряння) проводять тільки для кульки.

4.3.2 Для перевіряння розміру і твердості кульок проводять випробовування однієї довільно відібраної кульки. Кульки, перевірені на твердість, можуть бути забраковані.

4.3.3 Кульки мають бути полірованими і не мати дефектів поверхні.

4.3.4 Користувач може або виміряти кожну кульку, щоб забезпечити наведені нижче вимоги, або отримати кульки разом зі свідоцтвом про відповідність цим вимогам.

4.3.4.1 Діаметр кульки визначають за середнім значенням, визначеним із не менше ніж трьох значень, отриманих вимірюванням у різних напрямках кульки. Жодне із вимірних значень не має відрізнятися від значення діаметра кульки більше, ніж на величину допусків, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 — Допуски для різних діаметрів кульок

Діаметр кульки, мм	Допуск, мм
10	$\pm 0,005$
5	$\pm 0,004$
2,5	$\pm 0,003$
1	$\pm 0,003$

4.3.4.2 Кульки з твердого металу мають такі характеристики:

а) твердість: твердість має бути не нижче ніж 1500 HV під час випробовування з зусиллям не менше ніж 4,903 Н відповідно до ISO 6507-1. Кульку з твердого металу можна перевірити безпосередньо на її сферичній поверхні або розрізуванням і випробовуванням на внутрішній частині кульки.

б) густина: $\rho = (14,8 \pm 0,2) \text{ г/см}^3$.

Рекомендовано такий хімічний склад:

— карбід вольфраму (WC) баланс

— інші карбіди, усього 2,0 %

— кобальт (Co) від 5,0 % до 7,0 %

4.4 Калібрування вимірювальної системи

4.4.1 Шкала вимірювальної системи має бути зградуєвана для визначання діаметра відбитка з похибкою $\pm 0,5$ %.

4.4.2 Вимірювальну систему повіряють, виконуючи вимірювання об'єкт-мікрометром як мінімум у п'яти інтервалах кожного робочого діапазону. Максимальна похибка у кожному інтервалі не може перевищувати 0,5 %.

4.4.3 Під час вимірювання площі відбитка максимальна похибка не може перевищувати 1 % від площі кожного відбитка.

4.4.4 Ручні мікроскопи калібрують відповідно до методики цього стандарту, і їх похибка не може перевищувати похибок, зазначених виробником.

4.5 Перевіряння вимірювального циклу

Вимірювальний цикл має бути таким, як встановлено стандартом ISO 6506-1, а його хронометраж не повинен мати похибку більше ніж $\pm 1,0$ с.

5 НЕПРЯМА ПОВІРКА

5.1 Непряму повірку виконують за температури $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$, застосовуючи стандартні зразки, калібровані відповідно до ISO 6506-3. Якщо повірку (вивіряння) проводять поза межами цього температурного діапазону, це має бути зафіксовано у звіті про повірку (вивіряння). Випробна і опорна поверхні стандартних зразків та поверхні інденторів не мають містити жодних домішок або продуктів корозії.

5.2 На кожному стандартному зразку проводять контрольний відбиток. Для кожного стандартного зразка різниця між середнім, тобто обчисленим за вимірними значеннями, і сертифікованим значенням середнього діаметра не має перевищувати 0,5 %.

5.3 Прилад для вимірювання твердості повіряють для кожного зусилля вимірювання та для кожного розміру кульки, яку використовують. Для кожного зусилля вимірювання вибирають як мінімум два стандартних зразки з таких діапазонів твердості:

- ≤ 200 HBW;
- $300 \leq \text{HBW} \leq 400$;
- ≥ 500 HBW.

Якщо це можливо, з різних діапазонів твердості відбирають по два стандартних зразки.

Примітка. Якщо під час конкретного вимірювання твердості неможливо досягнути найвищого діапазону твердості з означених вище діапазонів (при $0,102 \times F/D^2 = 5$ або 10), то перевірку (вивіряння) проводять тільки з одним стандартним зразком із найнижчим діапазоном твердості.

5.4 На випробній поверхні кожного стандартного зразка рівномірно розміщують п'ять відбитків та вимірюють їх. Вимірювання проводять відповідно до ISO 6506-1.

5.5 Для кожного стандартного зразка нехай d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 будуть середні значення вимірних діаметрів відбитків у зростальному порядку, тоді

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad (1)$$

5.6 Відтворюваність r приладу для вимірювання твердості за конкретних умов повірки (вивіряння) визначають за формулою:

$$r = d_5 - d_1 \quad (2)$$

Відтворюваність, виражену у відсотках від \bar{d} , визначають за формулою:

$$r_{\text{rel}} = 100 \times \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}}, \% \quad (3)$$

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

Індекс rel (повністю relative) тут і далі перекладено як відносне.

5.7 Відтворюваність приладу для вимірювання твердості задовільна, коли r_{rel} відповідає значенню, наведеному в таблиці 2.

5.8 Похибку E приладу за конкретних умов повірки визначають за формулою:

$$E = \bar{H} - H_c \quad (4)$$

Похибку E_{rel} у відсотках визначають за такою формулою:

$$E_{\text{rel}} = 100 \times \frac{\bar{H} - H_c}{H_c}, \% \quad (5)$$

де H_c — зазначене сертифіковане значення твердості стандартного зразка.

Похибка приладу для вимірювання твердості, виражена у відсотках від сертифікованого значення твердості стандартного зразка, не має перевищувати значень, наведених у таблиці 2.

Таблиця 2 — Відтворюваність і похибка приладу для вимірювання твердості

Твердість стандартного зразка, HBW	Допустима відтворюваність приладу, r_{rel} , %	Допустима похибка приладу, E_{rel} , % від H
≤ 125	3,0	$\pm 3,0$
$125 < \text{HBW} \leq 225$	2,5	$\pm 2,5$
> 225	2,0	$\pm 2,0$
HBW : твердість за Брінеллем		

5.9 Визначання похибки результатів калібрування під час вимірювання твердості наведено у додатку А.

6 ПЕРІОДИЧНІСТЬ ПОВІРОК

Вимоги до прямої повірки наведено у таблиці 3.

Непряму повірку проводять як мінімум один раз на 12 місяців та після виконання прямої повірки

Таблиця 3 — Пряма повірка приладів для вимірювання твердості

Вимоги до повірки	Зусилля	Вимірювальна система	Вимірювальний цикл	Індентор ^{a)}
Перед підготовкою до першого вимірювання	x	x	x	x
Після розбирання і збирання, якщо було порушено зусилля, вимірювальна система чи вимірювальний цикл	x	x	x	
Неможливість виконання прямої повірки ^{b)}	x	x	x	
Після прямої повірки пройшло більше 14 місяців	x	x	x	

^{a)} Крім того рекомендовано проводити пряму повірку індентора після 2-х років використання.
^{b)} Пряму повірку цих параметрів можна проводити регулярно (доки прилад пройде непряму повірку). Не треба її проводити, якщо можна встановити (наприклад, вимірювання каліброваним індентором), що причиною невиконання повірки є індентор.

7 ЗВІТ ПРО ПОВІРКУ/СВІДОЦТВО ПРО КАЛІБРУВАННЯ

У звіті про повірку/свідоцтві про калібрування треба надавати такі відомості:

- a) посилання на цей стандарт;
- b) метод повірки (прямий і (або) непрямий);
- c) ідентифікаційні дані приладу для вимірювання твердості;
- d) засоби повірки (стандартні зразки, перевірочні засоби тощо);
- e) діаметр сферичного індентора і зусилля вимірювання;
- f) температура під час виконання повірки;
- g) отриманий результат;
- h) дата повірки і посилання на організацію, яка проводила повірку;
- i) похибка результатів повірки.

ДОДАТОК А
(довідковий)

**ПОХИБКА РЕЗУЛЬТАТІВ КАЛІБРУВАННЯ ПРИЛАДУ
ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТВЕРДОСТІ**

Метрологічну схему, потрібну для визначання і розповсюдження шкал твердості, наведено на рисунку С.1 у стандарті ISO 6506-1:2005.

А.1 Пряме калібрування приладу для вимірювання твердості

А.1.1 Калібрування зусилля вимірювання

Загальну відносну стандартну похибку калібрування зусилля вимірювання розраховують за такою формулою:

$$u_F = \sqrt{u_{F_{RS}}^2 + u_{F_{HTM}}^2} \quad (A.1)$$

де $u_{F_{RS}}$ — відносна похибка датчика для вимірювання зусилля (зі свідоцтва про калібрування);
 $u_{F_{HTM}}$ — відносна стандартна похибка вимірювання датчиком зусилля, створена приладом.

Похибку вимірювання зусилля, створену приладом, та похибку датчика зазначають у відповідному свідоцтві про калібрування. У відповідальних випадках треба враховувати такі чинники, як:

- температурна залежність;
- довгострокова стабільність;
- інтерполяційний відхил,

залежно від конструкції датчика зусилля. Треба враховувати співвідношення датчика зусилля та індентора приладу для вимірювання твердості.

ПРИКЛАД

Похибка вимірювання датчика зусилля (зі свідоцтва про калібрування):

$$U_{F_{RS}} = 0,12 \% (\kappa = 2)$$

Значення калібрування датчика зусилля

$$F_{RS} = 1839 \text{ Н}$$

Таблиця А.1 — Результати калібрування зусилля вимірювання

Кількість позицій під час калібрування зусилля вимірювання	Серія 1, F_1 , Н	Серія 2, F_2 , Н	Серія 3, F_3 , Н	Середнє значення, \bar{F} , Н	Відносний відхил, ΔF_{rel} , %	Відносна стандартна похибка вимірювання, $u_{F_{HTM}}$, %
1	1835,0	1836,6	1837,9	1836,5	- 0,14	0,05
2	1834,3	1835,7	1837,5	1835,8	- 0,17	0,05
3	1832,2	1839,5	1834,1	1835,3	- 0,20	0,12

де $\Delta F_{rel} = \frac{F_{RS} - \bar{F}}{\bar{F}}$ (A.2)

$$u_{F_{HTM}} = \frac{S_{F,i}}{\bar{F}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, (n = 3) \quad (A.3)$$

$S_{F,i}$ — стандартний відхил показів зусилля вимірювання і-ї позиції.

У таблиці А.2 використано максимальне значення $u_{F_{HTM}}$ з таблиці А.1

Таблиця А.2 — Розрахунок похибки вимірювання зусилля

Величина, X_i	Розраховане значення, x_i	Граничне значення, a_i	Тип розподілення	Відносна стандартна похибка, $u(x_i)$	Коефіцієнт чутливості, c_i	Внесок відносної похибки, $u_{rel}(H)$
$u_{F_{RS}}$	1839 Н		Нормальний	$6,0 \times 10^{-4}$	1	$6,0 \times 10^{-4}$
$u_{F_{HTM}}$	1839 Н		Нормальний	$12,0 \times 10^{-4}$	1	$12,0 \times 10^{-4}$
Відносна загальна похибка u_F						$13,3 \times 10^{-4}$
Відносна розширена похибка вимірювання $U_F (\kappa = 2)$						$2,7 \times 10^{-4}$

Таблиця А.3 — Розрахунок максимального відносного відхилу зусилля вимірювання, охоплюючи похибку вимірювання стандартного приладу

Відносний відхил зусилля вимірювання, ΔF_{rel} , %	Розширена відносна похибка зусилля вимірювання, U_F , %	Максимальний відносний відхил зусилля вимірювання, охоплюючи похибку вимірювання стандартного приладу, ΔF_{max} , %
0,20	0,27	0,47

де
$$\Delta F_{max} = |\Delta F_{rel}| + U_F \quad (A.4)$$

З наведеного прикладу видно, що відхил зусилля вимірювання, охоплюючи похибку вимірювання стандартного приладу, відповідає величинам, наведеним у 4.2, і дорівнює значенню $\pm 1\%$.

А.1.2 Калібрування вимірювальної системи

Загальну відносну стандартну похибку для вимірювальної системи приладу розраховують за формулою:

$$u_L = \sqrt{u_{LRS}^2 + u_{ms}^2 + u_{LHTM}^2} \quad (A.5)$$

де u_{LRS} — відносна похибка вимірювання об'єкт-мікрометра (еталон) за свідоцтвом калібрування при $k = 1$;

u_{ms} — відносна похибка вимірювання, яка залежить від роздільної здатності вимірювальної системи;

u_{LHTM} — відносна стандартна похибка вимірювання приладу.

Похибку вимірювальної системи приладу об'єкт-мікрометром наводять у свідоцтві про калібрування. Такі чинники, як:

- температурна залежність;
- довготривала стабільність;
- інтерполяційний відхил

не мають дієвого впливу на похибку вимірювання об'єкт-мікрометром.

ПРИКЛАД

Похибка вимірювання об'єкт-мікрометром $U_{LRS} = 0,0005$ мм ($k = 2$)

Роздільна здатність вимірювальної системи $\delta_{ms} = 0,1$ мкм

Таблиця А.4 — Результати калібрування вимірювальної системи

Значення показників об'єкт-мікрометра, L_{RS} , мм	Серія 1, L_1 , мм	Серія 2, L_2 , мм	Серія 3, L_3 , мм	Середнє значення, \bar{L} , мм	Відносний відхил, ΔL_{rel} , %	Відносна стандартна похибка вимірювання, u_{LHTM} , %
1,0	1,002	1,003	1,001	1,002	0,20	0,06
2,0	2,001	2,003	2,001	2,002	0,08	0,03
3,0	3,002	3,002	3,001	3,002	0,06	0,01
4,0	4,001	4,003	4,002	4,002	0,05	0,01

де
$$u_{LHTM} = \frac{S_{L,i}}{\bar{L}} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (n = 3) \quad (A.6)$$

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \quad (A.7)$$

$S_{L,i}$ — стандартний відхил показів довжини для значення i -го показника об'єкт-мікрометра.

Таблиця А.5 — Розрахунок похибки вимірювання вимірювальної системи

Величина, X_i	Розраховане значення, x_i	Граничне значення, a_i	Тип розподілення	Відносна стандартна похибка, $u(x_i)$	Коефіцієнт чутливості, c_i	Внесок відносної похибки, $u_i(H)$
u_{LRS}	1,0 мм		Нормальний	$2,5 \times 10^{-4}$	1	$2,5 \times 10^{-4}$
u_{ms}	1,0 мм	$\pm 1,0 \times 10^{-4}$	Прямокутний	$2,9 \times 10^{-5}$	1	$2,9 \times 10^{-5}$
u_{LHTM}	1,0 мм		Нормальний	$6,0 \times 10^{-4}$	1	$6,0 \times 10^{-4}$
Відносна загальна похибка вимірювання u_L						0,06
Відносна розширена похибка вимірювання U_L ($k = 2$), %						0,13

Таблиця А.6 — Розрахунок максимального відносного відхилу вимірювальної системи, охоплюючи похибку стандартного приладу вимірювання довжини

Вимірювана довжина, L_{RS}	Відносний відхил вимірювальної системи, ΔL_{rel} , %	Розширена відносна похибка вимірювання, U_L , %	Максимальний відносний відхил вимірювальної системи, охоплюючи похибку вимірювання стандартного приладу вимірювання довжини, ΔL_{max} , %
1,0 мм	0,20	0,13	0,33

де
$$\Delta L_{max} = |\Delta L_{rel}| + U_L \tag{A.8}$$

З наведеного прикладу видно, що відхил вимірювальної системи, охоплюючи похибку стандартного приладу вимірювання довжини, відповідає величині, визначеній у 4.4 і яка дорівнює $\pm 0,5$ %.

А.1.3 Повірка індентора

Індентор, який складається з кінцівника (кульки) і утримувача, не можна повірять і (або) калібрувати на місці його використання. Має бути чинне свідоцтво про калібрування, видане акредитованою лабораторією з калібрування, яке підтвержує геометричні відхили, фізичні властивості й хімічний склад індентора (див. 4.3)

А.1.4 Перевірення вимірювального циклу

У 4.5 зазначено, що допустимий відхил кожної частини вимірювального циклу становить $\pm 0,5$ с. У разі вимірювання часу секундоміром похибка вимірювання може становити 0,1 с. У цьому випадку оцінювати похибку вимірювання не треба.

А.2 Непряма повірка приладу вимірювання твердості

Примітка. У цьому додатку «CRM (сертифікований еталонний матеріал)» означає — відповідно до визначення у стандартах з вимірювання твердості — «Стандартний зразок твердості».

Для непрямої повірки з використанням стандартних зразків твердості проводять загальне перевірення роботи приладу для вимірювання твердості і відтворюваності результатів, а також визначають відхил отриманих результатів вимірювання твердості від дійсного значення твердості.

Похибку вимірювання під час непрямої повірки приладу для вимірювання твердості визначають за формулою:

$$u_{HTM} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_H^2 + u_{ms}^2} \tag{A.9}$$

де u_{CRM} — похибка калібрування стандартного зразка твердості відповідно до свідоцтва про калібрування при $k = 1$:

u_{CRM-D} — зміна твердості стандартного зразка твердості від часу останнього калібрування, залежно від впливу часу (можна знехтувати у разі використання стандартного зразка твердості відповідно до цього стандарту);

u_H — стандартна похибка приладу для вимірювання твердості під час вимірювання CRM;

u_{ms} — стандартна похибка, яка залежить від роздільної спроможності приладу для вимірювання твердості.

ПРИКЛАД

Стандартний зразок твердості
 Похибка вимірювання стандартного зразка твердості
 Роздільна здатність приладу для вимірювання твердості

$$H_{CRM} = (100,0 \pm 1,0) \text{ HBW } 2,5/187,5$$

$$u_{CRM} = 0,5 \text{ HBW } 2,5/187,5$$

$$\delta_{ms} = 0,5 \text{ мкм}$$

Таблиця А.7 — Результати непрямої повірки

Номер	Вимірний діаметр відбитка, <i>d</i> , мм	Розраховане значення твердості, <i>H</i> , HBW ^a
1	1,462 _{мін}	101,1 _{макс}
2	1,469	100,1
3	1,472 _{макс}	99,6 _{мін}
4	1,471	99,8
5	1,468	100,3
Середнє значення, \bar{H}	1,4684	100,2
Стандартний відхил, S_H		0,60

^a HBW: твердість за Брінеллем.

$$\bar{b} = \bar{H} - H_{CRM} \tag{A.10}$$

$$\bar{b} = 100,2 - 100,0 = 0,2 \text{ HBW}$$

$$u_H = \frac{t \cdot S_H}{\sqrt{n}} \tag{A.11}$$

якщо $t = 1,14$, $n = 5$; $S_H = 0,60 \text{ HBW}$, то $u_H = 0,31 \text{ HBW}$

А.3 Баланс похибки вимірювання

Таблиця А.8 — Баланс похибки вимірювання

Величина, X_i	Розраховане значення, x_i	Стандартна похибка вимірювання, $u(x_i)$	Тип розподілення	Коефіцієнт чутливості, c_i	Внесок похибки, $u_i(H)$
u_{CRM}	100,0 HBW	0,50 HBW	Нормальний	1,0	0,50 HBW
u_H	0 HBW	0,31 HBW	Нормальний	1,0	0,31 HBW
u_{ms}	0 HBW	0,00014 мм	Прямокутний	- 152,2 HBW/мм ^a	- 0,02 HBW
u_{CRM-D}	0 HBW	0 HBW	Трикутний		0 HBW
Загальна похибка вимірювання u_{HTM}					0,59 HBW
Розширена похибка вимірювання U_{HTM} ($k = 2$)					1,17 HBW
HBW : твердість за Брінеллем					
^a Коефіцієнт чутливості визначають за формулою					
$\frac{\partial H}{\partial d} = \frac{H}{d} \cdot \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}} \tag{A.12}$					
при $H = 100,0 \text{ HBW}$, $D = 2,5 \text{ мм}$, $d = 1,469 \text{ мм}$					

Таблиця А.9 — Максимальний відхил показів приладу для вимірювання твердості, охоплюючи похибку вимірювання

Твердість, виміряна приладом, Н	Розширена похибка вимірювання, $U_{НТМ}$, HBW	Відхил показів на приладі під час калібрування стандартним зразком, \bar{b} , HBW	Максимальний відхил значень на приладі, охоплюючи похибку вимірювання, $\Delta H_{НТМmax}$, HBW
100,2 HBW2,5/187,5	1,2	0,2	1,4
HBW : твердість за Брінеллем			

де
$$\Delta H_{НТМmax} = U_{НТМ} + |\bar{b}| = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ HBW} \quad (\text{A.13})$$

З наведеного вище прикладу видно, що допустимий граничний відхил приладу, охоплюючи похибку вимірювання приладу, відповідає вимогам розділу 5 і дорівнює ± 3 HBW.

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 SAWLA, A. Uncertainty of measurement in the verification and calibration of the force measuring systems of testing machines, Proceedings of the Asia-Pacific symposium on measurement of force, mass and torque (APMF), Tsukuba, Japan, November 2000
- 2 WEHRSTEDT, A. and PATKOVŠZKY, I. News in the field of standardization about verification and calibration of materials testing machines, May 2001, EMPA Academy 2001
- 3 GABAUER, W. Manual codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurements, Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14:2000
- 4 POLZIN, T. and SCHWENK D. Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC File for Determination, Materialprufung 44 (2002) 3, pp. 64—71.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- 1 SAWLA, A. Похибка вимірювання під час повірки і калібрування систем вимірювання зусилля у приладах для вимірювання твердості. Proceedings of the Asia-Pacific symposium on measurement of force, mass and torque (APMF), Tsukuba, Japan, November 2000
- 2 WEHRSTEDT, A. і PATKOVŠZKY, I. Нове в сфері стандартизації повірки (вивірювання) і калібрування машин для випробовування матеріалів, травень 2001 р., EMPA Academy 2001
- 3 GABAUER, W., Норми і правила визначання похибки під час механічних випробовувань металевих матеріалів. Оцінювання похибки під час вимірювання твердості. Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14:2000
- 4 POLZIN, T. і SCHWENK D. Метод визначання похибки вимірювання твердості. PC File for Determination, Materialprufung 44 (2002) 3, pp. 64—71.

Код УКНД 77.040.10

Ключові слова: випробовування на твердість, відбиток, зусилля випробовування, металеві матеріали, похибка результатів, прилад для випробовування.

Редактор **В. Кириленко**
Технічний редактор **О. Касіч**
Коректор **О. Рождественська**
Верстальник **Т. Шишкіна**

Підписано до друку 10.09.2010. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 1,39. Обл.-вид. арк. 0,65. Зам. 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