



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Визначення твердості за Віккерсом
Частина 3. Калібрування стандартних зразків
(ISO 6507-3:2005, IDT)

ДСТУ ISO 6507-3

Проект, перша редакція

ЗМІСТ

с.

Національний вступ	IV
Передмова до ISO 6507-3:2005	IV
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Виготовлення стандартних зразків	2
4 Прилад для калібрування	2
5 Методика калібрування	4
6 Кількість відбитків	4
7 Однорідність твердості	4
8 Маркування	5
9 Достовірність	5
Додаток А Похибка середнього значення твердості стандартних зразків твердості	5
Бібліографія	8

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 6507-3:2005 Metallic materials — Vickers hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks (Металеві матеріали. Визначання твердості за Віккерсом. Частина 3. Калібрування стандартних зразків).

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:

— структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами комплексу стандартів «Національна стандартизація»;

— у додатку А наведено «Національну примітку», виділену в тексті рамкою;

— у розділах «Нормативні посилання», «Рівномірність твердості» та «Бібліографія» наведено «Національне пояснення», виділене в тексті рамкою;

— з «Передмови до ISO 6507-3:2005» долучено те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

— позначки одиниць виміру відповідають багаточастинному стандарту ДСТУ 3651:1997 Метрологія. Одиниці фізичних величин;

— слова «ця частина ISO 6507» замінено на «цей стандарт».

Копії міжнародних стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, можна замовити в Головному фонді нормативних документів.

ПЕРЕДМОВА ДО ISO 6507-3:2005

ISO 6507 складається з таких частин під загальною назвою «Матеріали металеві. Визначання твердості за Віккерсом».

— Частина 1: Метод випробовування

— Частина 2: Повірка (вивірення) і калібрування приладів для вимірювання твердості

— Частина 3: Калібрування стандартних зразків

— Частина 4: Таблиці значень твердості.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює метод калібрування стандартних зразків для непрямой повірки (вивіряння) приладів для вимірювання твердості за Віккерсом згідно з ISO 6507-2.

Цей метод можна використовувати тільки для відбитків з діагоналлю і 0,020 мм.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче документи, на які робляться посилання, є обов'язковими для сфери застосування цього стандарту. Для датованих посилань чинна тільки зазначена публікація. Для недатованих посилань чинне 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 4287:1997 Geometrical Product Specification (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters

ISO 6507-1:2005 Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method

ISO 6507-2:2005 Metallic materials — Vickers hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 376:2004 Металеві матеріали. Калібрування приладів для вимірювання зусилля, використовуваних для повірки одноосних вимірювальних приладів

ISO 4287:1997 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Шорсткість поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення і параметри шорсткості поверхні. (Впроваджено в Україні як ДСТУ ISO 4287-2002)

ISO 6507-1:2005 Металеві матеріали. Визначення твердості за Віккерсом. Частина 1. Метод випробування. (Впроваджено в Україні як ДСТУ ISO 6507-1:2002)

ISO 6507-2:2005 Металеві матеріали. Визначення твердості за Віккерсом. Частина 2. Повірка і калібрування приладів.

3 ВИГОТОВЛЕННЯ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ

3.1 Зразок спеціально виготовляють для використання як стандартного зразка твердості.

Примітка. Потрібно звертати увагу на потребу застосування такого процесу виготовлення, який забезпечив би однорідність і стабільність структури і рівномірність поверхневої твердості.

3.2 Кожний металевий зразок, який підлягає калібруванню, повинен мати товщину не менше ніж 5 мм.

3.3 Стандартні зразки не мають бути магнітними. Рекомендовано виробникові після виготовлення сталевих зразків розмагнітити їх.

3.4 Максимальний відхил випробних і опорних поверхонь від площинності не має перевищувати 0,005 мм. Максимальний відхил від паралельності не має перевищувати 0,010 мм на 50 мм.

3.5 Випробна поверхня не має мати подряпин, які впливають на вимірювання відбитків. Шорсткість поверхні R_a не має перевищувати 0,00005 мм для випробної поверхні і 0,0008 мм для опорної поверхні. Базова довжина l під час вимірювання шорсткості має дорівнювати 0,80 мм (див. ISO 4287:1997, 3.1.9).

3.6 Щоб можна було перевірити чи після виготовлення з поверхні стандартного зразка не було знято шар матеріалу, на зразку під час калібрування має бути нанесено маркування з означенням його товщини з похибкою до 0,01 мм або на його випробній поверхні має бути нанесено ідентифікаційну відмітку (див. 8.1 е).

4 ПРИЛАД ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ

4.1 Крім дотримування загальних вимог, наведених у ISO 6507-2, прилад має також відповідати вимогам 4.2—4.7.

4.2 Прилад для калібрування підлягає прямій повірці не рідше одного разу на 12 місяців.

Пряма повірка охоплює таке:

- a) калібрування зусилля вимірювання;
- b) повірка індентора;
- c) калібрування вимірювального пристрою;
- d) перевірка вимірювального циклу, а якщо це можливо, перевіряють характеристику «зусилля — час».

4.3 Прилади, використовувані для повірки (вивірення) і калібрування, мають відповідати національним стандартам.

4.4 Кожне зусилля для вимірювання твердості треба вимірювати за допомогою пристрою для перевіряння зусилля (ISO 376:2004, клас 0,5 або вище) або іншим методом такої чи вищої точності. Значення цього зусилля має збігатися з номінальним значенням у межах $\pm 0,1$ % для нормальної і низькосилової твердості та в межах $\pm 0,5$ % для мікротвердості.

4.5 Індентор має відповідати таким вимогам:

a) усі чотири грані алмазної піраміди з квадратною основою мають бути полірованими, не мати дефектів поверхні та мати площинність у межах 0,0003 мм;

b) кут між протилежними гранями біля вершини алмазної піраміди має дорівнювати $(136 \pm 0,1)^\circ$.

Кут між віссю алмазної піраміди і віссю утримувача індентора (від нормальної до опорної поверхні) повинен бути менше ніж $0,3^\circ$;

c) вершину алмазного індентора оглядають за допомогою сильного вимірювального мікроскопа, переважно інтерференційного мікроскопа, і якщо всі чотири грані не сходяться біля вершини, то лінія сполучення протилежних граней, повинна відповідати значенням, наведеним у таблиці 1;

Таблиця 1

Діапазон вимірювального зусилля, F , Н	Максимально допустима довжина лінії сполучення, a , мм
$F \geq 49,03$	0,001
$1,961 \leq F < 49,03$	0,0005
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	0,00025

d) потрібно, щоб чотирикутник, утворений внаслідок перетину граней з площиною, перпендикулярною до осі алмазної піраміди, мав кути $(90 \pm 0,2)^\circ$ (див. рисунок 1).

4.6 Роздільна здатність вимірювального пристрою залежить від розміру найменшого вимірюваного відбитка.

Шкала вимірювального пристрою має мати градуювання, яке дозволяє визначати діагоналі відбитка відповідно до таблиці 2.

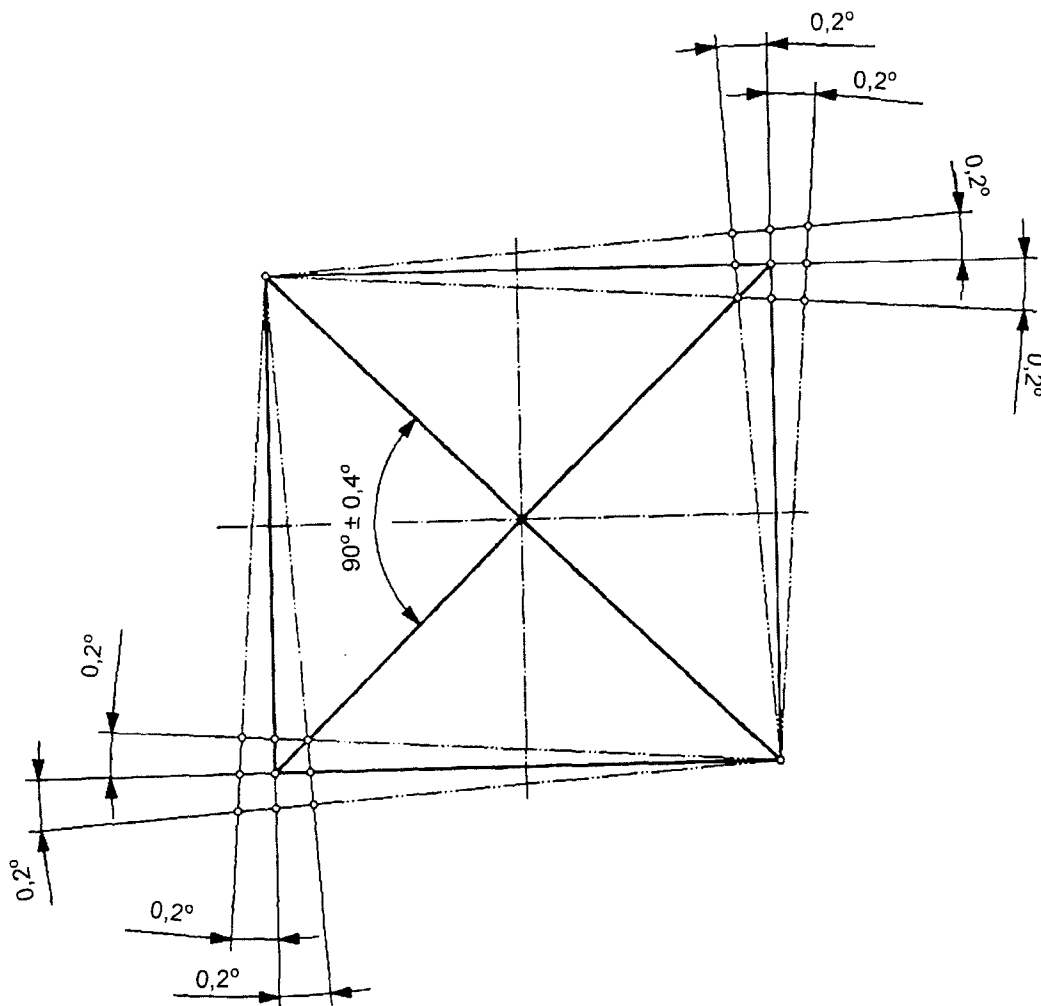


Рисунок 1 — Допустимий відхил площин перерізу квадратної форми

Таблиця 2

Довжина діагоналі, d , мм	Роздільна здатність вимірювального пристрою	Максимально допустима похибка
$d \leq 0,040$	0,0001 мм	0,0002 мм
$0,040 < d \leq 0,200$	0,25 % від d	0,5 % від d
$d > 0,200$	0,0005 мм	0,0001 мм

Вимірювальний пристрій повіряють (вивіряють) вимірюванням на об'єкт-мікрометрі мінімум на п'яти інтервалах у кожному робочому діапазоні.

Максимально допустима похибка не має перевищувати значення, наведені в таблиці 2.

5 МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ

Стандартні зразки калібрують на приладі для калібрування відповідно до розділу 4 за температури $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, використовуючи загальну методику, визначену в стандарті ISO 6507-1.

Під час калібрування коливання температури не мають перевищувати $1 ^\circ\text{C}$.

Час від початку прикладання зусилля до досягнення максимальної величини зусилля, а також швидкість наближення індентора мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.

Тривалість прикладання вимірювального зусилля має бути від 13 с до 15 с.

Для вимірювання мікротвердості максимально допустиме вібраційне пришвидшення на вимірювальному пристрої становив $0,005 g_n$ (g_n дорівнює стандартному пришвидшенню вільного падіння: $g_n = 9,80665 \text{ м/с}^2$).

Таблиця 3

Діапазон вимірювального зусилля F , Н	Час прикладання вимірювального зусилля, с	Швидкість наближення індентора, мм/с
$F < 1,961$	≤ 10	від 0,05 до 0,2
$1,961 \leq F < 49,03$	≤ 10	від 0,05 до 0,2
$F \geq 49,03$	від 6 до 8	від 0,05 до 1

6 КІЛЬКІСТЬ ВІДБИТКІВ

На кожному стандартному зразку роблять п'ять відбитків, рівномірно розподілених по поверхні зразка.

Для вимірювання мікротвердості й зниження похибки вимірювання треба робити більше ніж п'ять відбитків. Рекомендовано робити 10, 15 або 25 відбитків у п'яти місцях стандартного зразка.

7 ОДНОРІДНІСТЬ ТВЕРДОСТІ

7.1 Для кожного стандартного зразка нехай d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 будуть середні арифметичні значення вимірюваних діагоналей відбитків в зростальному порядку, тоді

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

Нерівномірність U зразка за конкретних умов калібрування визначають як різницю:

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

а виражену у відсотках U_{rel} визначають за формулою:

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

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

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

7.2 Максимально допустиме значення неоднорідності U_{rel} стандартного зразка наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Твердість стандартного зразка	Максимально допустиме значення неоднорідності U_{rel} , %		
	< HV 0,2	від \leq HV 0,2 до \leq HV 5	від HV 5 до HV 100
$\leq 225 \text{ HV}^{\text{a}}$	4,0 або 0,001 мм ^b	3,0	2,0
$> 225 \text{ HV}$		2,0	1,0

^a) Для значення твердості < 150 HV максимально допустиме значення неоднорідності має бути 8 % або 0,001 мм, із двох значень вибирають більше за величиною.

^b) Із двох значень вибирають більше за величиною.

7.3 Визначання похибки вимірювання стандартних зразків твердості наведено в додатку А.

8 МАРКУВАННЯ

8.1 Кожний стандартний зразок має мати таке маркування:

- a) середнє арифметичне значення твердості, визначене під час калібрувального вимірювання, наприклад 249 HV 30;
- b) назву чи знак постачальника або виробника;
- c) серійний номер;
- d) назву або знак організації, яка виконала калібрування;
- e) товщину зразка або ідентифікаційний знак на випробній поверхні (див 3.6);
- f) рік калібрування, якщо його не зазначено у серійному номері.

8.2 Будь-який знак маркування, проставлений на боковій поверхні зразка, треба розташовувати так, щоб випробна поверхня була зверху.

8.3 Кожний постачальний стандартний зразок треба супроводжувати документом, який містить, як мінімум, такі відомості:

- a) посилання на цей стандарт;
- b) ідентичність зразка;
- c) дату калібрування;
- d) середнє арифметичне значення твердості й значення, яке характеризує нерівномірність зразка;
- e) інформацію про наявність стандартних відбитків і середню довжину вимірних діагоналей цих відбитків.

9 ДОСТОВІРНІСТЬ

Стандартний зразок дійсний тільки для шкали, за якою він калібрувався. Достовірність калібрування не більше п'яти років. Треба звернути увагу на те, що для алюмінієвих і мідних сплавів, строк достовірності калібрування може бути зменшено до двох—трьох років.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ПОХИБКА СЕРЕДНЬОГО ЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ ТВЕРДОСТІ

Метрологічну схему, потрібну для визначання і розповсюдження шкал твердості наведено на рисунку D.1 у стандарті ISO 6507-1:2005.

A.1 Пряма повірка (вивірення) приладу для калібрування твердості

A.1.1 Калібрування зусилля вимірювання

Дивись стандарт ISO 6507-2:2005, додаток С.

A.1.2 Калібрування вимірювального пристрою

Дивись стандарт ISO 6507-2:2005, додаток С.

A.1.3 Повірка (вивірення) індентора

Дивись стандарт ISO 6507-2:2005, додаток С.

A.1.4 Перевіряння вимірювального циклу

Дивись стандарт ISO 6507-2:2005, додаток С.

A.2 Непряма повірка (вивірення) приладу для калібрування твердості

Примітка. У цьому додатку «CRM (Сертифікований стандартний матеріал)» означає — відповідно до визначеного у стандартах вимірювання твердості — «Стандартний зразок твердості».

Національна примітка

В Україні замість терміносполуки «стандартний зразок» використовують терміносполуку «зразкові міри твердості.» Зразкові міри твердості має відповідати ГОСТ 9031 — 75 «Меры твердости образцовые для поверки приборов для измерения твердости металлов по методам Бринелля, Роквелла, Супер — Роквелла и Виккерса».

Для непрямої повірки з використанням головних стандартних зразків твердості проводять загальне перевіряння роботи приладу для калібрування твердості й відтворюваності результатів, а також визначають відхил показів приладу для калібрування твердості від дійсного значення твердості.

Похибку вимірювання непрямої повірки (вивірення) твердості розраховують за формулою:

$$u_{CM} = \sqrt{u_{CRM-P}^2 + u_{xCRM-1}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_{ms}^2}, \quad (A.1)$$

- де u_{CRM-P} — похибка калібрування головного стандартного зразка твердості відповідно для свідчення про калібрування при $k = 1$;
- u_{xCRM-1} — стандартний відхил показів приладу для калібрування твердості, який залежить від відтворюваності;
- u_{CRM-D} — зміни твердості головного стандартного зразка твердості від часу його останнього калібрування, яке залежить від впливу часу;
- u_{ms} — стандартна похибка, яка залежить від роздільної здатності приладу для калібрування твердості.

Приклад

Головний стандартний зразок твердості	400,1 HV 30
Похибка вимірювання головного стандартного зразка твердості ($k = 1$)	$u_{CRM} = \pm 2,5$ HV
Вплив часу на твердість головного стандартного зразка твердості	$u_{CRM-D} = 0$
Роздільна здатність вимірювальної системи	$\delta_{ms} = 0,1$ мкм

Таблиця А.1 — Результати непрямої повірки

Ч.ч	Виміряна діагональ відбитка, d , мм	Розраховане значення твердості, H , HV ^{a)}
1	0,373 4 _{макс}	399,0 _{мін}
2	0,373 0	399,9
3	0,372 5 _{мін}	400,9 _{макс}
4	0,372 8	400,3
5	0,372 9	400,3
Середнє значення	0,372 92	400,1
Стандартний відхил, s_{xCRM-1}	0,000 33	0,70
Стандартна похибка вимірювання u_{xCRM-1}	0,000 17	0,36

^{a)} HV : твердість за Віккерсом.

$$u_{xCRM-1} = \frac{t \cdot s_{xCRM-1}}{\sqrt{n}} = 0,36 \quad (A.2)$$

($t = 1,14$ для $n = 5$)

Таблиця А.2 — 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}	400,1 HV 30	2,5 HV	Нормальний	1,0	2,5 HV
$u_{x CRM-1}$	0 HV	0,36 HV	Нормальний	1,0	0,36 HV
u_{ms}	0 HV	0,1 мкм = 0,0001 мм	Прямокутний	2146,0 ^{а)}	0,06 HV
u_{CRM-D}	0 HV	0 HV	Трикутний	1,0	0 HV
Загальна похибка вимірювання u_{CM}					2,53 HV
HV: твердість за Віккерсом а) Коефіцієнт чутливості розраховують за формулою: $c = \partial H / \partial d = 2 (HV/d)$ для $H = 400,1$ HV, $d = 0,37292$ мм					

(A.3)

А.3 Похибка вимірювання стандартних зразків твердості

Похибку вимірювання стандартних зразків твердості визначають за формулою:

$$u_{CRM} = \sqrt{u_{CM}^2 + u_{x CRM-2}^2}, \quad (A.4)$$

- де u_{CRM} — похибка калібрування стандартних зразків твердості;
 $u_{x CRM-2}$ — стандартний відхил, який залежить від нерівномірності розподілення твердості на стандартному зразку твердості;
 u_{CM} — дивись формулу (А.1)

Таблиця А.3 — Визначання нерівномірності стандартного зразка твердості

Ч. ч.	Виміряна діагональ відбитка, d , мм	Розрахункове значення твердості, H_{CRM} , HV ^{а)}
1	0,3736 _{макс}	398,6 _{мін}
2	0,373 1	399,6
3	0,372 3 _{мін}	401,4 _{макс}
4	0,372 5	400,9
5	0,3731	399,6
Середнє значення	0,372 92	400,0
Стандартний відхил $s_{x CRM-2}$	0,000 52	1,12

^{а)} HV: твердість за Віккерсом.

Стандартна похибка CRM:

$$u_{x CRM-2} = \frac{t \cdot s_{x CRM-2}}{\sqrt{n}}, \quad (A.5)$$

для $t = 1,14$ і $n = 5$

$u_{x CRM-2} = 0,58$ HV

Таблиця А.4 — Похибка вимірювання стандартного зразка твердості

Твердість стандартного зразка твердості, H_{CRM} , HV ^{а)}	Нерівномірність стандартного зразка твердості, $u_{x CRM-2}$, HV	Похибка вимірювання головного приладу для калібрування твердості, u_{CM} , HV	Розширена похибка калібрування стандартного зразка твердості, U_{CRM} , HV
400,1	0,57	2,53	5,18

^{а)} HV: твердість за Віккерсом.

де

$$U_{CRM} = 2\sqrt{u_{CM}^2 + u_{xCRM-2}^2} \quad (A.6)$$

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., PATKOVSKY, 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., SCHWENK, D. Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC File for Determination, Materialprüfung 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., PATKOVSKY I. Нове в сфері стандартизації повірки і калібрування машин для випробування матеріалів, травень 2001 р., EMPA Academy 2001

3 GABAUER W. Норми і правила визначення похибки під час механічних випробувань металевих матеріалів. Оцінювання похибки під час вимірювання твердості. Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14:2000

4 POLZIN T., SCHWENK D. Метод визначення похибки вимірювання твердості. PC File for Determination, Materialprüfung 44 (2002) 3, pp. 64—71.

УКНД 77.040.10

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

Редактор **В. Кириленко**
Технічний редактор **О. Марченко**
Коректор **І. Копацька**
Верстальник **С. Павленко**

Підписано до друку 14.01.2011. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 0,93. Обл.-вид. арк. 0,61. Зам. **75** 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