

Нові методи визначення ударної твердості і мікротвердості кольорових металів та сплавів

О.О. Котречко, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

Розроблено нові методи визначення ударної твердості і мікротвердості кольорових металів та їх сплавів. Рекомендовано при визначенні ударної твердості в якості еталонів використовувати бруски кольорових металів з твердістю за Бринелем в діапазоні від 30 до 3200 МПа. При визначенні ударної мікротвердості, як індентор використовують прямий круговий конус з кутом при вершині $\alpha = 90^\circ$.

Існуючий стандартний метод визначення ударної твердості кольорових металів та їх сплавів за Віккерсом [1] включає одночасне втиснення під дією короткочасного ударного навантаження у поверхню сталевого контрольного бруска (еталон) із твердістю в межах $HVe\ 1200 - 3600$ МПа і виробу індентора, виконаного у формі двостороннього конуса з кутами при вершинах 136° .

При цьому для точного вимірювання твердості методом ударного відбитка необхідна використовуватись умова: твердості еталонного бруска і досліджуваного виробу повинні бути близькими між собою по значенням величин. Діаметри відбитків у процесі ударного навантаження змінюються по різному залежно від пружних властивостей сталі і кольорових металів. В той же час твердість і пружність чистих кольорових металів, наприклад, таких як олово, свинець, цинк, алюміній, мідь та ін. є значно меншими порівняно зі сталлю. Крім того метод Віккерса використовують в основному для випробувань металів високої твердості.

Більш близьким до запропонованого є метод Польді [2], який відрізняється від Віккерса тим, що в якості індентора використовують сталеву кульку діаметром 10 мм, а число твердості еталону (сталевий брусок) і виробу визначають в одиницях Бринеля.

Відомо, що при вимірюванні твердості за Бринелем між діаметром кульки (D) і діаметром відбитка (d) витримується співвідношення $0,2D < d < 0,7D$. В разі недотримання цієї умови результати випробувань вважаються недійсними. З врахуванням того, що твердість кольорових металів та їх сплавів знаходиться в діапазоні від 30 до 3200 МПа, твердість еталону повинна бути близькою до твердості досліджуваного матеріалу. Для забезпечення цієї вимоги необхідно вказаний діапазон твердостей поділити на групи у відповідності до виду виробів [3]. В таблиці наведено

Рекомендовані діапазони твердості еталонів

Твердість еталону, МПа	Види кольорових металів та їх сплавів
240 - 3200	латуні, бронзи, дюралюміній, спеціальні жароміцні спечені алюмінієві сплави (САП)
120 - 1600	чистий алюміній і мідь, цинк, магній, родій, берилій, силуміни
60 - 800	бабіти, цинкові сплави ЦАМ
30 - 400	олово, свинець, цинк, сурма, вісмут, кадмій

рекомендовані діапазони твердості еталонів для окремих груп кольорових металів та їх сплавів.

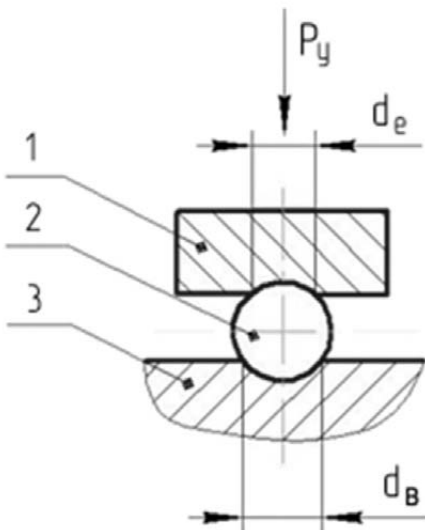


Рис. 1. Схема вимірювання діаметрів відбитків еталону (d_e) досліджуваного виробу (d_v). 1 – еталон; 2 – кулька; 3 – еталон.

На рис. 1 представлена схема вимірювання діаметрів відбитків еталону (d_e) досліджуваного виробу (d_v).

При випробуваннях у приладі розміщують еталон 1 з твердістю у діапазоні якої знаходиться очікувана твердість досліджуваного виробу 3. В подальшому прилад встановлюють перпендикулярно на поверхню виробу 3 і за допомогою ударного механізму наносять короткочасне динамічне навантаження P_y , внаслідок якого кулька 2 одночасно втискається у виріб і еталон 1, утворюючи два відбитки відповідно d_v і d_e . Аналогічно методу Бринеля, використовуючи мікроскоп МПБ-2, вимірюють отримані діаметри відбитків d_v і d_e .

Ударну твердість виробу розраховують за формулою:

$$H_{BK} = H_{Be} \left(\frac{d_e}{d_v} \right)^2, \text{ МПа,}$$

де H_{Be} – твердість еталона по Бринелю, МПа; d_e і d_v – діаметри відбитків відповідно на еталоні і виробі, мм.

Відомо, що втиснення індентора в метал супроводжується наклепування, внаслідок чого опір проникнення його у виріб постійно зростає. При цьому, зміна величини наклепування залежить від геометрії робочої частини індентора. В зв'язку з цим розроблена і пропонується конструкція індентора у вигляді прямого кругового конуса з кутом при вершині [4].

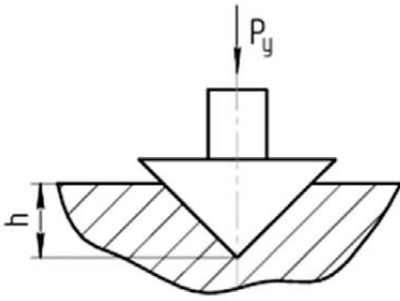


Рис. 2. Схема випробування ударної мікротвердості виробу.

На рис 2. представлена конструкція індентора і схема випробування ударної мікротвердості виробів із кольорових металів та їх сплавів.

Значення ударної мікротвердості (HK_{μ}) визначають відношенням величини короточасного ударного навантаження (P_y) до площі відбитка (F) конуса.

Площу отриманого відбитка конуса розраховують за формулою [5]:

$$F = \sqrt{2} \cdot \pi h^2 = 4,44h^2, \text{ мм}^2$$

де h – глибина утиснення конуса у досліджуваній виріб, мм.

Тоді ударна мікротвердість (HK_{μ}) виробу дорівнює:

$$HK_{\mu} = 0,225 \frac{P_y}{h^2}, \text{ кН/мм}^2.$$

Література

1. Металлы и сплавы цветные. Измерение твердости методом ударного отпечатка, ГОСТ 28868-90.
2. Karl Nitzsche. Werkstoffprüfung von Metallen. Von einem Autorenkollektiv Federführung, Dr. Veb Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. – Leipzig. – 1963. Испытания металлов. Сборник статей под ред. К. Нитцше. – М.: Metallургия, 1967. – 452 с.
3. Патент України на корисну модель G01N 3/00. Бюл №11 від 10.06.2011 р. Спосіб визначення ударної твердості кольорових металів та їх сплавів.
4. Патент України на корисну модель №11678 G01N3/48. Бюл. №11 від 12.06.2017р. Індентор для визначення ударної мікротвердості кольорових металів та їх сплавів за Котречком.
5. Патент України на корисну модель №10591 G01N3/48. Бюл. №7 від 11.04.2016р. Спосіб визначення ударної мікротвердості кольорових металів та їх сплавів по Котречко.

Referenses

1. Metallyi i splavyi tsvetnyie. Izmerenie tverdosti metodom udarnogo ot pechatka, GOST 28868-90.
2. Karl Nitzsche. Werkstoffprüfung von Metallen. Von einem Autorenkollektiv Federführung, Dr. Veb Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. – Leipzig. – 1963. Ispytaniya metallov. Sbornik statey pod red. K. Nittsshe. – М.: Metallurgiya, 1967. – 452 s.
3. Patent Ukrainy na korysnu model' G01N 3/00. Byul #11 vid 10.06.2011 r. Sposib vyznachennya udarnoyi tverdosti kol'orovykh metaliv ta yikh splaviv [in Ukrainian].
4. Patent Ukrayiny na korysnu model' #11678 G01N3/48. Byul. #11 vid 12.06.2017r. Indentor dlya vyznachennya udarnoyi mikrotverdosti kol'orovykh metaliv ta yikh splaviv za Kotrechkom. [in Ukrainian].

5. Patent Ukrayiny na korysnu model' #10591 G01N3/48. Byul. #7 vid 11.04.2016r.
Sposib vyznachennya udarnoyi mikrotverdosti kol'orovykh metaliv ta yikh splaviv po Kotrechko. [in Ukrainian].

Одержано 20.11.17

А. А. Котречко

**Новые методы определения ударной твердости и микротвердости
цветных металлов и их сплавов**

Резюме

Разработаны новые методы определения ударной твердости и микротвердости цветных металлов и их сплавов. Рекомендовано при определении ударной твердости в качестве эталонов использовать бруски цветных металлов с твердостью по Бринелю в диапазоне от 30 до 3200 МПа. При определении ударной микротвердости, как индентор используют прямой круговой конус с углом при вершине.

А. А. Kotrechko

**New methods to determine the hardness and microhardness shock
non-ferrous metals and their alloys**

Summary

New methods for determining the impact hardness and microhardness of non-ferrous metals and their alloys have been developed. The use of non-ferrous metal bars with a Brinell hardness in the range of 30 to 3200 MPa is recommended when determining the impact hardness. The indenter in the form of a straight circular cone with an angle at the apex of is used in determining the shock microhardness.

Шановні колеги!

**Триває передплата на науково-технічний журнал
«Металознавство та обробка металів» на 2018 р.**
Для регулярного одержання журналу потрібно перерахувати
вартість заказаних номерів на розрахунковий рахунок
Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України.
Вартість одного номера журналу – 40 грн., передплата на рік – 160 грн.

Ціна архівних номерів 1995 – 2016 рр. – 10 грн.

**Розрахунковий рахунок для передплатників,
спонсорів і рекламодавців:**

банк ДКСУ в м. Києві, р/р 31257293112215, код банку 820172

Отримувач – ФТІМС НАН України, код ЄДРПОУ 05417153,

з посиланням на журнал "МММ".

Копію документа передплати та відомості про передплатника

**просимо надсилати до редакції,
вказавши номер і дату платіжного документа.**