

УДК 620.178.153.2

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНОЇ І УДАРНОЇ МІКРОТВЕРДОСТІ МЕТАЛІВ ТА ЇХ СПЛАВІВ ПО КОТРЕЧКУ

Котречко О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розроблені методи визначення статичної і ударної мікротвердості металів та їх сплавів з використанням інденторів нових конструкцій, виконаних відповідно у вигляді чотиригранної піраміди з кутами між гранями $\alpha=90^\circ$ і тригранної піраміди з кутами при її вершині $\alpha=105^\circ$, які забезпечують в процесі випробувань перехід від пружних деформацій до пластичних при менших значеннях величини наклепу. Показники статичної і ударної мікротвердості металів і їх сплавів, отримані при дослідженнях за запропонованими методами, є більш точними в порівнянні з існуючими стандартними по Кнупу і Віккерсу. Новизна запропонованих методів підтверджена патентами України.

Ключові слова: метал, статична і ударна мікротвердість, індентор, чотиригранна піраміда, тригранна піраміда.

Постановка проблеми. Мікротвердість поверхневих шарів металевих виробів після хіміко-термічної обробки, лазерного і плазмового наплавлення, металізації, наклепу тощо пов'язана з їх зносостійкістю, втомною міцністю, а також надійністю і довговічністю роботи готових виробів. Тому, з метою порівняльної оцінки окремо взятих зміцнюючих видів обробки металів та їх сплавів, розробка нових методів визначення достовірних значень мікротвердості, є доцільною.

Мета статті. Головною метою статті даної роботи є підвищення точності визначення статичної і ударної мікротвердості металів та їх сплавів за рахунок розробки нових конструкцій інденторів, які забезпечують процес їх втиснення у досліджуваний виріб перехід від пружних деформацій до пластичних при менших значеннях величин наклепу металу.

1. Визначення статичної мікротвердості металів і їх сплавів.

Відомі методи визначення статичної мікротвердості металів по Кнупу і Віккерсу. Перший запропонований і найбільш розповсюджений метод визначення мікротвердості по Кнупу [1] був розроблений Національним бюро стандартів США в 1939 році. Згідно цього методу при дослідженні використовують ромбічно-пірамідальний індентор, з кутами між гранями $172^\circ30'$ і 130° .

Число твердості по Кнупу становить:

$$HK = P/0,7028d^2, \text{ Н/мм}^2,$$

де P – прикладене навантаження, H ;

d – довжина довгої діагоналі відбитка, мм^2 .

Недоліком методу Кнупа є те, що відношення глибини відбитка (h) до його довжини великої діагоналі (d) становить приблизно $\frac{h}{d} = \frac{1}{30}$, внаслідок чого в більшості випадків відбитки не завжди симетричні і при їх вимірюванні можливі похибки.

Існуючий стандартний метод визначення мікротвердості металів по Віккерсу [2] передбачає при випробуваннях використовувати правильну чотиригранну піраміду з кутами між протилежними ми гранями при вершині $\alpha=136^\circ$.

Значення мікротвердості по Віккерсу розраховують за формулою:

$$HV_\mu = 1,8544 \cdot \frac{P}{d^2}, \text{ кН/мм}^2,$$

де P – прикладене навантаження, кН ;

d – середнє арифметичне значення довжин двох діагоналей відбитку піраміди, мм .

Відомо, що втискування індентора в метал супроводжується його наклепом [3]. При цьому опір проникненню індентора в зразок постійно зростає і залежить від його геометрії, а отримані значення твердості перевищують дійсні.

Проведений аналіз існуючих стандартних методів визначення статичної мікротвердості металів та їх сплавів свідчить про необхідність розробки нових конструкцій інденторів, які забезпечать перехід від пружних до пластичних деформацій при менших значеннях величин наклепу.

Для визначення статичної твердості металів розроблена і пропонується конструкція індентора [4] у формі правильної чотиригранної піраміди з кутом при вершині $\alpha=90^\circ$ (рис. 1).

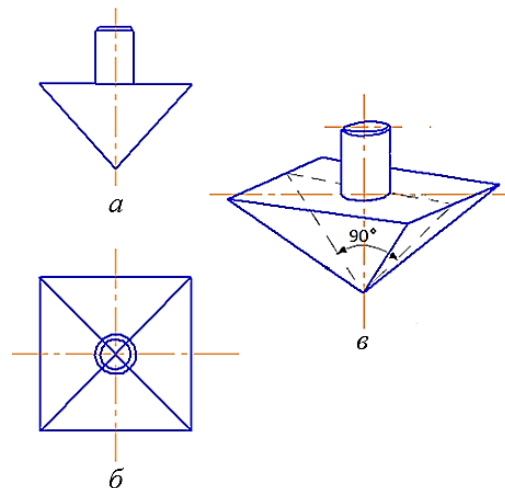


Рис. 1. Конструкція індентора: а і б – відповідно фронтальна і горизонтальна проекції; в – загальний вигляд

Метод розрахунку статичної мікротвердості металів та їх сплавів [5] заснований на вимірі середніх арифметичних значень двох діагоналей (d_1 і d_2) відбитку 1 піраміди 2 на досліджуваному виробі 3, отриманого від її втискування в зразок (рис. 2).

Значення статичної мікротвердості (HK_μ) визначають відношенням навантаження (P) до площі відбитку (F) піраміди, тобто:

$$HK_\mu = \frac{P}{F}, \text{ кН/мм}^2.$$

Площу отриманого відбитку розраховують за формулою:

$$F = \frac{d^2}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{d^2}{1,4142}, \text{ мм}^2,$$

де d – середнє арифметичне значення довжин двох діагоналей відбитку піраміди, мм;

α – кут між протилежними гранями при вершині піраміди, $\alpha=90^\circ$.

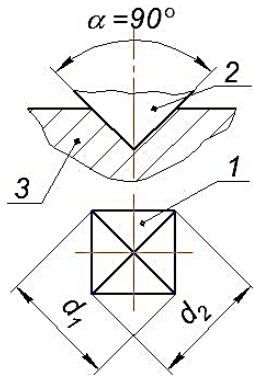


Рис. 2. Схема виміру відбитку піраміди

Тоді статична мікротвердість буде дорівнювати:

$$HK_{\mu} = 1,4142 \frac{P}{d^2}, \text{ кН/мм}^2.$$

2. Визначення ударної мікротвердості металів і їх сплавів.

При визначенні ударної мікротвердості металів і їх сплавів використовують в якості індентора правильну тригранну піраміду з кутом при вершині $\alpha=105^\circ$ (рис. 3).

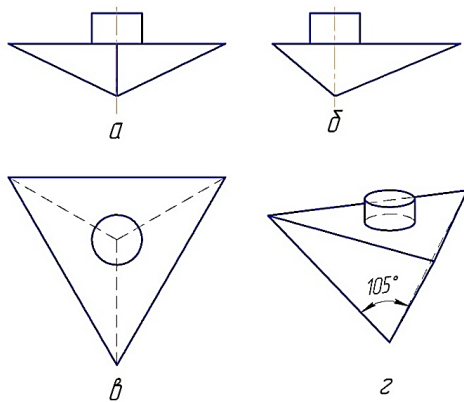


Рис. 3. Конструкція тригранної піраміди: а, б і в – відповідно фронтальна, профільна і горизонтальна проекції індентора; г – загальний вид

Список літератури:

1. Knoop F., Peters Ch.G., Emerson W.G.I., Res. Bur. Standarts, 1939, v. 23, № 1. National Bureau of the United States.
2. ГОСТ 2999-75, СТ СЭВ 470-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. Metals and alloys. Vickers hardness test by diamond pyramid.
3. Werkstoffprüfung von Metallen. Von einem Autorenkollektiv Federführung, Dr. Karl Nitzsche. Veb Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig. 1963. Испытания металлов. Сборник статей под редакцией К. Нитцше. Перевод с немецкого Е.В.Лайнер и др. М.: Металлургия, 1967. – 452 с.
4. Патент України № 104631. Бюл. № 3 від 10.02.2016р. Індентор для визначення мікротвердості металів та їх сплавів по Котречку.
5. Патент України № 103685. Бюл. № 24 від 25.12.2015р. Спосіб визначення мікротвердості металів та їх сплавів по Котречку.

Перевага запропонованої правильної тригранної піраміди в порівнянні з відомими полягає в тому, що має більш гостру вершину і в процесі випробувань перехід від пружних деформацій до пластичних відбувається при менших значеннях величин наклепу при однаковій глибині її втиснення у метал.

Схема вимірювання глибини відбитка, отриманого під час ударного навантаження представлена на рис. 4.

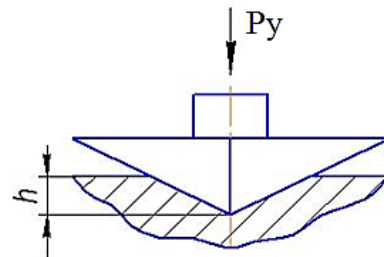


Рис. 4. Схема виміру відбитку піраміди

Значення ударної мікротвердості металів та їх сплавів визначають за формулою:

$$HK_{\mu} = \frac{P_y}{F}, \text{ кН/мм}^2,$$

де P_y – величина прикладеного ударного навантаження, кН;

F – площа відбитку індентора, мм^2 .

Площа отриманого відбитка тригранної піраміди з кутом при вершині $\alpha=105^\circ$ становить: $F=9h^2$, мм^2 ,

де h – глибина відбитка, мм.

Тоді: $HK_{\mu} = \frac{P_y}{9h^2}, \text{ кН/мм}^2$.

Висновки і пропозиції. Використання запропонованих конструкцій інденторів зменшує величину наклепу під час їх втиснення у метал, внаслідок чого показники значень статичної і ударної мікротвердості отриманими за методами по Котречку є більш точними, ніж стандартні по Кнупу і Віккерсу. З метою розробки оптимальних розмірів і геометрії готових виробів та забезпечення їх надійності і довговічності, застосування розроблених методів визначення статичної і ударної мікротвердості металів при дослідженнях механічних властивостей металів є доцільним і може бути рекомендовано заводським і конструкторським бюро машинобудівних галузей.

Котречко А.А.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ И УДАРНОЙ МИКРОТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ ПО КОТРЕЧКУ

Аннотация

Разработаны методы определения статической и ударной микротвердости металлов с использованием инденторов новых конструкций, выполненных соответственно в виде четырехгранной пирамиды с углами между гранями $\alpha=90^\circ$ и трехгранной пирамиды с углами при её вершине $\alpha=105^\circ$, которые обеспечивают в процессе испытаний переход от упругих деформаций к пластическим при меньших значениях величины наклепа. Показатели статической и ударной микротвердости металлов и их сплавов, полученные при исследованиях за предложенными методами, являются более точными по сравнению с существующими стандартными по Кнупу и Виккерсу. Новизна предложенных методов подтверждена патентами Украины.

Ключевые слова: металл, статическая и ударная микротвердость, индентор, четырехгранная пирамида, трехгранная пирамида.

Kotrechko A.A.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

METHODS OF STATIC AND PERCUSSION MICROHARDNESS METALS AND ALLOYS IN KOTRECHKU

Summary

Methods for determining the static and dynamic micro-hardness of metals using the new designs indenter. These indenter are four-sided pyramid with the angles between the faces of $\alpha=90^\circ$ and three-edged pyramid with its top corners at $\alpha=105^\circ$. This geometry of an indenter reduces the value of work hardening during a measurement of hardness. Values of static and dynamic microhardness of metals and alloys, obtained by the proposed methods are more accurate than the conventional Knoop and Vickers methods. The novelty of the proposed method is confirmed by patents of Ukraine.

Keywords: metal, static and impact microhardness, yndentor, four-sided pyramid, triangular pyramid.