

УДК 620.178:674.04:678.5.01

НОВІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ МЕТАЛІВ І НЕМЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПО КОТРЕЧКУ

Котречко О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розроблені нові методи визначення твердості металів і неметалевих конструкційних матеріалів з врахуванням їх будови. Для металів, деревини і шаруватих пластмас, які володіють анізотропією властивостей, твердість визначають під кутами до напрямку текстури (волокон) використовуючи в якості інденторів тригранні призми зрізані з торців в сторону робочого леза. Для металів, що володіють ізотропією властивостей, розроблена конструкція індентора у вигляді правильної тригранної піраміди з кутом при вершині 90° , чим зменшують величину наклепу при втисненні її наконечника у метал.

Ключові слова: метал, деревина, шаруваті пластмаси, ізотропні і анізотропні властивості, твердість, індентор, тригранна призма, тригранна піраміда.

Постановка проблеми. Зв'язку з тим, що твердість металів і неметалевих конструкційних матеріалів залежить від їх будови є необхідність розробки нових методів дослідження їх дійсної твердості, що забезпечить можливість оцінки інших характеристик матеріалів таких як: міцність, зносостійкість та ін.

Мета статті. Головною метою даної роботи є підвищення точності визначення твердості металів, деревини і шаруватих пластмас з урахуванням їх будови.

1. Визначення твердості металів, деревини та шаруватих пластмас, які володіють анізотропією властивостей.

1.1. Визначення твердості металів

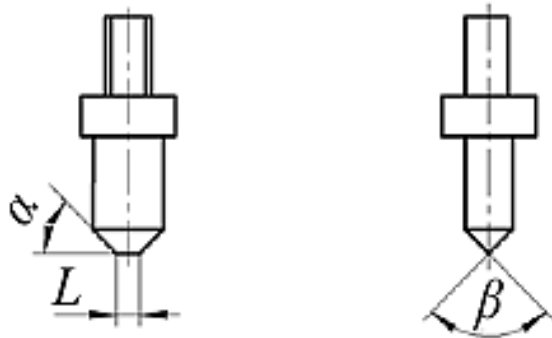


Рис. 1. Конструкція індентора

враховують особливості їх будови, яка суттєво впливає на процеси деформації, які відбуваються при втисненні інденторів у зразок.

Для визначення твердості металів та їх сплавів, які володіють анізотропією властивостей в якості індентора [6] використовують тригранну призму зрізану з торців під кутом α в сторону її леза довжиною L (рис. 1). При цьому кут при вершині робочої частини призми беруть рівним β .

Така конструкція індентора дозволяє вимірювати твердість металу під необхідними кутами в межах від 0 до 90° відносно напрямку текстури (рис. 2).

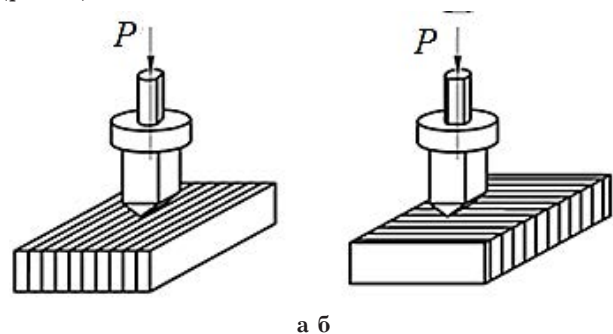


Рис. 2. Схема вимірювання твердості металів під необхідними кутами:
а і б відповідно вздовж і впоперек до напрямку текстури

Відомі стандартні методи визначення твердості металів [1-3], деревини [4] і пластмас [5] не

Значення твердості металів (HK_m) розраховують за формулою:

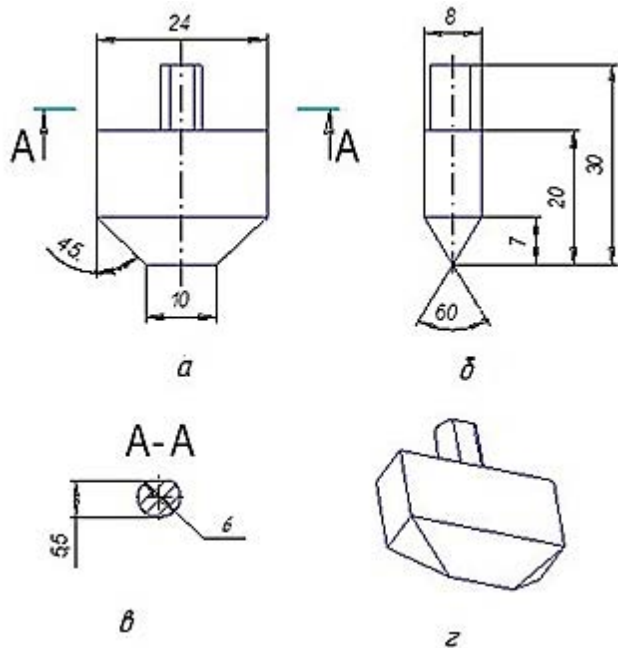


Рис. 3. Індентор для визначення твердості деревини:
а і б – відповідно фронтальна і профільна проєкції індентора; в – розріз по А-А; г – загальний вид індентора.

$$HK_m = \frac{P}{F}, \text{ Н/мм}^2,$$

де P – величина навантаження прикладеного до індентора, H ;

F – площа відбитка, мм^2 .

При втисненні індентора в зразок площа відбитка буде являти собою площу робочої поверхні тригранної призми (F), яка становить [7]:

$$F = \frac{2h \left[h \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + h \cdot \sin \alpha + L \cdot \cos \alpha \right]}{\cos \alpha \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right)}, \text{ мм}^2$$

де h – глибина втиснення індентора в зразок, мм ;

L – довжина робочого леза, мм ;

α – кут нахилу торця робочої поверхні тригранної призми в сторону леза;

β – кут при вершині робочої поверхні тригранної призми.

При конкретно заданих величинах кутів $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 90^\circ$ і довжині робочого леза $L = 3 \text{ мм}$ площа відбитку дорівнює:

$$F = 5,656h^2 + 8,485h, \text{ мм}^2.$$

Тоді: $HK_m = \frac{P}{5,656 \cdot h^2 + 8,485 \cdot h}, \text{ Н/мм}^2$

1.2. Визначення твердості деревини.

Для визначення твердості деревини (HK_w) використовують індентор [8], конструкція і розмір якого представлені на рис. 3.

При заданих постійних значеннях $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$ і $L = 10 \text{ мм}$ величина площі (F) відбитків буде становити [9]:

$$F = 3,94h^2 + 23,1h, \text{ мм}.$$

Тоді: $HK_w = \frac{P}{3,94h^2 + 23,1h}, \text{ Н/мм}^2$

Твердість деревини досліджують в торцевій, радіальній і тангентальній площинах, втискаючи лезо індентора під необхідними кутами до напрямку волокон.

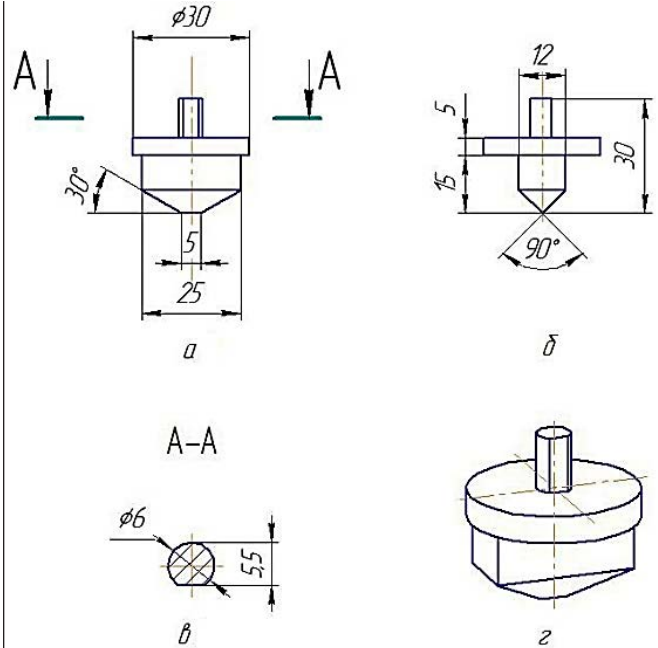


Рис. 4. Конструкція індентора для визначення твердості шаруватих пластмас:
а і б – відповідно фронтальна і профільна проєкції індентора; в – поперечний переріз по А-А; г – загальний вигляд індентора.

1.3. Визначення твердості шаруватих пластмас.

При дослідженнях твердості шаруватих пластмас використовують індентор [10], що має форму зрізаної з торців під кутом $\alpha = 30^\circ$ в бік робочого леза довжиною $L = 5 \text{ мм}$ тригранної призми з кутом при вершині $\beta = 90^\circ$ (рис. 4).

Твердість шаруватих пластмас (HK_n) визначають вздовж і під необхідними кутами до напрямку волокон, орієнтуючи відповідно лезо індентора.

Площа відбитка (F) при постійних значеннях $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 90^\circ$ і $L = 5 \text{ мм}$ є функцією глибини h втиснення індентора у зразок і становить [11]:

$$F = 3,94h^2 + 14,143h, \text{ мм}^2$$

Тоді твердість буде дорівнювати:

$$HK_n = \frac{P}{3,94h^2 + 14,143h}, \text{ Н/мм}^2$$

2. Визначення твердості металів, які володіють ізотропією властивостей.

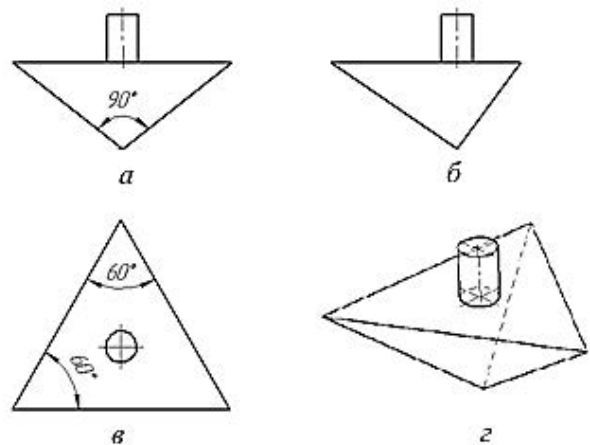


Рис. 5. Конструкція індентора:
а – фронтальна, б – профільна, в – горизонтальна проєкції, г – загальний вигляд

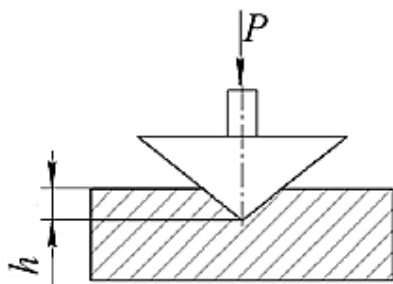


Рис. 6. Схема вимірювання твердості

Встановлено, що втиснення індентора в метал супроводжується його наклепом, внаслідок чого опір проникненню індентора в зразок постійно зростає [12]. При цьому, в залежності від геометрії робочої частини індентора, із збільшенням, як глибини, так і площі деформації, величина наклепу постійно зростає, а отримані значення твердості металу значно перевищують дійсні. В зв'язку з цим розроблена конструкція індентора [13], яка представляє собою тригранну піраміду з кутом при вершині $\alpha=90^\circ$. Перевага запропонованого індентора (рис. 5) полягає в тому, що він має більш гостру вершину в порівнянні із

відомими, внаслідок чого в процесі випробувань в перехід від пружних деформацій до пластичних відбувається при значно менших значеннях величин наклепу при однаковій глибині втиснення його наконечника у метал.

Схема вимірювання твердості наведена на рис. 6.

Значення твердості (HK_m) розраховують за формулою [14]:

$$HK_m = \frac{P}{4,5 \cdot h^2}, \text{ Н/мм}^2,$$

де P – величина навантаження, прикладеного до індентора, H ;

h – глибина втиснення індентора у зразок, mm .

Висновки і пропозиції. Значення твердості металів і неметалевих конструкційних матеріалів, отримані за методами О. Котречка, враховують особливості їх будови і є більш точними в порівнянні з існуючими. На даний час використовуються в навчальних закладах при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів». Пропонується їх застосування заводським і конструкторським бюро при розробці оптимальних розмірів і конструкцій готових деталей з метою економії матеріалу на їх виготовлення.

Список літератури:

- ГОСТ 9012-59, СТ СЭВ 468-77, ИСО 410-82. Металлы и сплавы. Метод определения твердости по Бринеллю. Metals and alloys. Method of Brinell hardness measurement.
- ГОСТ 9213-59, СТ СЭВ 469-77, ИСО 6508-86. Метод Роквелла. Металлы. Метод определения твердости по Роквеллу. Metals. Method of measuring. Rockwell hardness.
- ГОСТ 2999-75, СТ СЭВ 470-77. Метод Виккерса Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. Metals and alloys. Vickers hardness test by diamond pyramid.
- ГОСТ 16483.17-81, СТ СЭВ 2366-80 и ИСО 3350-75. Древесина. Метод определения статической твердости. Wood. Method for determination of static hardness.
- ГОСТ 4670-91, (ИСО 2039/1-87). Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика. Plastics. Determination of hardness. Ball indentation method
- Патент України № 83575. Бюл. № 18 від 25.09.2013 р. Індентор для визначення твердості металів.
- Патент України № 83574. Бюл. № 18 від 25.09.2013 р. Спосіб визначення твердості металів за Котречком.
- Патент України № 12460. Бюл. № 2 від 15.02.2006 р. Індентор.
- Патент України № 90564 Бюл. № 11 від 10.06.2014 р. Спосіб визначення статичної твердості деревини за Котречком.
- Патент України № 83113. Бюл. № 18 від 27.08.2013 р. Індентор для визначення твердості пластмас.
- Патент України № 100471. Бюл. № 20 від 25.12.2012 р. Метод визначення твердості пластмас по Котречку.
- 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.
- Патент України № 100103. Бюл. № 13 від 10.07.2015 р. Індентор для визначення твердості металів та їх сплавів.
- Патент України на корисну модель № 95237. Бюл. № 23 від 10.12.2014 р. Спосіб визначення статичної твердості металів за Котречком.

Котречко А.А.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО КОТРЕЧКУ

Аннотация

Разработаны новые методы определения твердости металлов и неметаллических конструкционных материалов с учетом их строения. Металлов, древесины и слоистых пластмасс, обладающих анизотропией свойств, твердость определяют под углами к направлению текстуры (волокон) используя в качестве индентора трехгранные призмы срезанные с торцов в сторону рабочего лезвия. Для металлов, обладающих изотропией свойств, разработана конструкция индентора в виде правильной трехгранной пирамиды с углом при вершине 90° , чем уменьшают величину наклепа при втискивании ее наконечника в металл.

Ключевые слова: металл, древесина, слоистые пластмассы изотропные и анизотропные свойства, твердость, индентор, трехгранная призма, трехгранная пирамида.

Kotrechko O.O.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

NEW METHODS AND METALS DETERMINATION OF NON-METALLIC MATERIALS OF CONSTRUCTION IN KOTRECHKU

Summary

New methods definition the hardness of of metals and non-metallic of constructional materials considering their structure. For metals, wood and plastic layered which possess by the anisotropy of properties, hardness determined at angles to the direction of the (fiber) using as indenter triangular prism cut from the ends towards the working edge. For metals that have by the anisotropy properties of design indenter in the form of triangular pyramid with the correct vertical angle of 90° , the more value reduces the slander vtysnenni at its tip in metal.

Keywords: metal, wood, laminated plastic, isotropic and anisotropic properties, hardness, indenter, triangular prism, triangular pyramid.