



Котречко О. О.

Котречко О. О., к. т. н., доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041,
тел. :+38(067)725-02-29, e-mail: oleksiykotrechko@gmail.com

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНОЇ ТВЕРДОСТІ ДЕРЕВИНИ І ШАРУВАТИХ ПЛАСТМАС ПО КОТРЕЧКУ

Розроблені нові методи визначення статичної твердості деревини і шаруватих пластмас з врахуванням анізотропії їх властивостей. При цьому твердість деревини і шаруватих пластмас досліджують під кутами до напрямку волокон. В якості інденторів використовують тригранні призми, зрізані з торців в сторону робочого леза. Значення статичної твердості деревини і шаруватих пластмас, які визначені, за новими методами є більш точними в порівнянні із існуючими стандартними. Застосування цих методів пропонується заводським лабораторіям і конструкторським бюро при розрахунках оптимальних розмірів і конструкції деталей з метою економії матеріалів на їх виготовлення.

Ключові слова: деревина, шаруваті пластмаси, твердість, анізотропія, індентор, тригранна призма, лезо.

Розроблені нові методи визначення статичної твердості деревини і шаруватих пластмас з врахуванням анізотропії їх властивостей. При цьому твердість деревини і шаруватих пластмас досліджують під кутами до напрямку волокон, використовуючи в якості інденторів тригранні призми, зрізані з торців в сторону робочого леза.

1. Визначення статичної твердості деревини.

1.1. Постановка проблеми.

За будовою деревина відноситься до матеріалів, які володіють анізотропією властивостей. Їх досліджують у трьох головних перерізах стовбура: поперечному, радіальному і тангентальному. В поперечному перерізі стовбура навколо його серцевини знаходяться концентричні шари, які являють собою щорічний приріст деревини. В радіальному перерізі річні шари мають вид повздовжніх паралельних смуг, а на тангентальному – звивистих ліній (рис. 1).

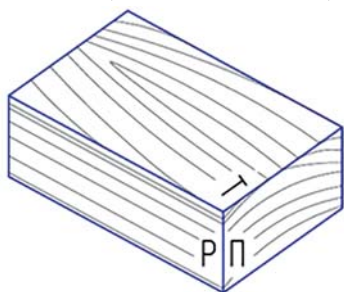


Рис. 1. Вид щорічних шарів на головних перерізах:
П – поперечний;
Р – радіальний;
Т – тангентальний

Твердість деревини у кожній із площин, залежно від напрямку щорічних шарів, різна. Враховуючи, що твердість деревини безпосередньо пов'язана з міцністю і зносостійкістю, визначення і значення цієї характеристики є важливим для створення банку даних з метою виконання раціональних розрахунків розмірів конкретних виробів та зменшення їх матеріалоемності при необхідній надійності і довговічності.

1.2. Аналіз відомих методів визначення твердості деревини.

Відомі наступні існуючі методи визначення твердості деревини:

1. Втисненням в деревину кульки діаметром 10 мм [1].
2. По тиску, необхідному для повного заглиблення в деревину сталеної напівсфери [2].

3. По величині зусилля, необхідного для втиснення голки в деревину [3].

4. По величині навантаження, необхідного для втиснення сферичного наконечника діаметром 30 мм на глибину 2,3 см з утворенням відбитка площею 2 см² [4].

5. Глибиною свердління із швидкістю 150 об/хв під тиском пружини [5].

6. Втисканням пуансона з наконечником у вигляді напівсфери радіусом 5,64±0,01 мм на глибину 5,64 мм, а вразі розколювання зразка – на глибину 2,82 мм. [6].

7. Втисканням кульки у зразок, виконаний у вигляді тетраедра, який має чітко виражені тангентальний, радіальний і поперечні перерізи [7].

1.3. Мета роботи і її вирішення.

Загальним основним недоліком приведених методів визначення твердості деревини є те, що вони не враховують анізотропію властивостей досліджуваного матеріалу. Вперек волокон деревина на 20-40% твердіша, ніж вздовж. Обробка і використання деревини в галузях деревообробних виробництв вимагає мати достовірний комплекс її механічних властивостей, як конструкційного матеріалу. У зв'язку з цим рекомендовано при визначенні твердості деревини використовувати індентор [8], робоча частина якого має форму тригранної призми зрізані з торців під кутом α в бік робочого леза довжиною L з кутом при вершині β (рис. 2).

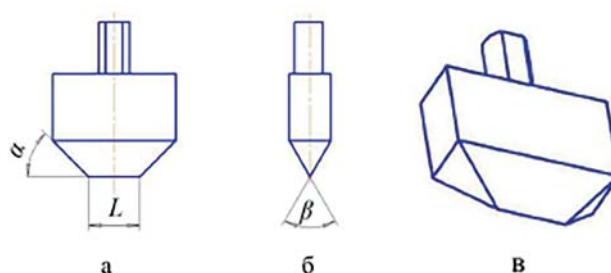


Рис. 2. Індентор для визначення твердості деревини:
а і б – відповідно фронтальна і профільна проєкції індентора;
в – загальний вигляд індентора.

В залежності від необхідності кут втиснення робочого леза індентора у зразок відносно напрямку волокон беруть в межах від 0° до 90° (рис. 3).

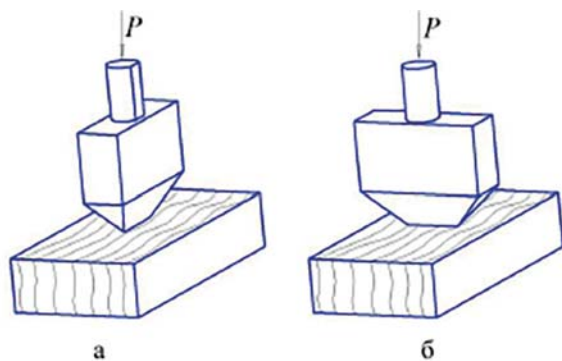


Рис. 3. Схема вимірювання твердості деревини: а – вздовж волокон; б – під кутом 90° до напрямку волокон.

Значення статичної твердості (HK_w) деревини розраховують діленням величини прикладеного до зразка навантаження на площу, отриманого відбитка за формулою:

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

де: P – величина навантаження, Н; F – площа відбитку, мм^2 .

Отримана площа відбитку представляє собою площу робочої поверхні тригранної призми втиснутої у зразок і дорівнює [9]:

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

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.

Величину кутів α і β беруть відповідно у межах $\alpha = (25-60)^\circ$ і $\beta = (30-90)^\circ$ при довжині леза $L = 7-10$ мм.

При заданих постійних значеннях величин $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$ і $L = 10$ мм площа відбитку (F) є функцією глибини втиснення (h) індентора в зразок і становить:

$$F = 3,94h^2 + 23,1h, \text{ мм}^2.$$

$$F = 3,94h^2 + 23,1h, \text{ мм}^2.$$

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

2. Визначення статичної твердості шаруватих пластмас.

2.1. Постановка проблеми.

Існуючий стандартний метод визначення твердості пластмас по Роквеллу [10] передбачає втиснення у зразок сталюї кульки. Для шаруватих пластмас необхідно використовувати індентор, який забезпечує визначення твердості із врахуванням анізотропії їх властивостей.

2.2. Мета роботи і її вирішення.

Метою роботи є визначення твердості шаруватих пластмас з врахуванням їх будови за рахунок використання індентора, робоча частина якого має форму тригранної призми, зрізаної з торців під кутами $\alpha = (25-60)^\circ$ в

сторону робочого леза, довжиною $L = 5$ мм і кутами при вершині $\beta = (30-90)^\circ$ [11].

При випробуваннях лезо індентора орієнтують під необхідними кутами відносно напрямку волокон.

Значення твердості пластмас (HK_{II}) розраховують діленням величини навантаження (P) на площу (F) отриманого відбитка робочої частини тригранної призми:

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

Площа відбитка в разі використання індентора [12] при постійних значеннях $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 90^\circ$ і $L = 5$ мм становить

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

а твердість пластмас дорівнює:

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

Висновки і пропозиції.

Значення статичної твердості деревини і шаруватих пластмас, отримані за методом Котречка, враховують особливості їх будови і є більш точними в порівнянні із існуючими стандартними методами, де в якості інденторів беруть сталюї кульки. На даний час розроблений метод використовується в навчальних закладах при виконанні лабораторних робіт з дисциплін «Технологія деревообробки» і «Матеріалознавство». Пропонується їх застосування заводськими лабораторіями і конструкторським бюро при виконанні розрахунків оптимальних розмірів конкретних виробів з метою економії матеріалів на їх виготовлення.

Література:

1. M.V. Schwarz und K. Buos, Holz Härteprüfung mit dem Falhärteprüfer. Maschinenbau, H.12, S. 403. 1928.
2. Авторское свидетельство СССР С.И. Бурученко №14853, G01N03/42. 1930.
3. Авторское свидетельство СССР Н.Л. Шипилина №157145, G01N03/42. 1963.
4. Розенгауз Б.Ф. К измерению торцевой твердости древесины. Сб. трудов, УЛТИ, вып.1, Свердловск. 1956.
5. Авторское свидетельство СССР А.Г. Пуппе №4081, G01N03/40. 1930.
6. ГОСТ 16483.17-81. (СТ СЭВ 2366-80 и ИСО 3350-75). Древесина. Метод определения статической твердости. Wood. Method for determination of static hardness.
7. Патент RU №2323428, G01N3/42. Бюл. №12 от 27.04.2006. Способ определения статической твердости древесины.
8. Патент України №12460, G01N3/42. Бюл. №2 від 15.02.2006. Індентор.
9. Патент України №90564, G01N3/40. Бюл. №11 від 10.06.2014. Спосіб визначення статичної твердості деревини за Котречком.
10. ГОСТ 24622-91. ИСО 2039/2-87. Пластмассы. Определение твердости по Роквеллу.
11. Патент України №100471 G01N3/00. Бюл. №24 від 25.12.2012. Метод визначення твердості пластмас по Котречку.
12. Патент України №83113 G01N3. Бюл. №16 від 27.08.2013. Індентор для визначення твердості пластмас.