

Новожилова Татьяна Борисовна, доцент, кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичёва, 2, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: betinan@yandex.ru

Нечипоренко Дмитрий Игоревич, кандидат технических наук, доцент, кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичёва, 2, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: dimanechiporenko@mail.ru

Питак Инна Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: ipitak5@gmail.com

УДК 674:678:620

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.97882

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ДЕРЕВИНИ І ШАРУВАТИХ ПЛАСТМАС ПО КОТРЕЧКУ

© О. О. Котречко

Розроблені нові методи визначення твердості деревини і шаруватих пластмас з врахуванням анізотропії їх властивостей. Твердість деревини і шаруватих пластмас досліджують під кутами до напрямку волокон. В якості інденсторів використовують тригранні призми, зрізані з торців в сторону робочого леза. Показники твердості отримані за цими методами, є більш точним, ніж за існуючими

Ключові слова: *деревина, шаруваті пластмаси, твердість, анізотропія, інденстор, тригранна призма, лезо, навантаження*

1. Вступ

За будовою деревина і шаруваті пластмаси відносяться до матеріалів, які володіють анізотропією властивостей. Твердість деревини 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).

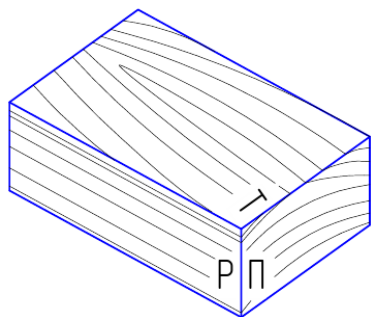


Рис. 1. Вид щорічних шарів на головних перерізах: П – поперечний; Р – радіальний; Т – тангентальний

Твердість деревини у кожній із площин, залежно від напрямку щорічних шарів, різна. Так, наприклад, твердість деревини поперек волокон на 30–40 % більше, ніж вздовж. Аналогічно твердість шаруватих пластмас, як анізотропного матеріалу,

вздовж шарів і під кутами до них суттєво відрізняється.

В зв'язку з тим, що твердість матеріалів пропорційно пов'язана з міцністю, зносостійкістю та надійністю готових виробів, визначення достовірних значень цієї механічної характеристики створює можливість їх раціонального використання у виробництві. Тому розробка і використання нових методів визначення твердості анізотропних матеріалів доцільна.

2. Літературний огляд

На даний час твердість деревини досліджують:

- втисненням в деревину кульки діаметром 10 мм [1];
- по тиску, необхідному для повного заглиблення в деревину стальної напівсфери [2];
- по величині зусилля, необхідного для втиснення голки в деревину [3];
- по величині навантаження, необхідного для втиснення сферичного наконечника діаметром 30 мм на глибину 2,3 см з утворенням відбитка площею 2 см² [4];
- глибиною свердління із швидкістю 150 об/хв під тиском пружини [5];
- втисканням пуансона з наконечником у вигляді напівсфери радіусом 5,64±0,01 мм на глибину 5,64 мм, а в разі розколювання зразка – на глибину 2,82 мм., при цьому твердість деревини розраховують діленням величини навантаження до площі відбитка [6];
- втисканням кульки у зразок, виконаний у вигляді тетраедра, який має чітко виражені тангентальний, радіальний і поперечні перерізи [7].

Твердість шаруватих пластмас визначають використовуючи в якості інденторів кульки діаметрами 12,7 мм, 6,35 мм і 3,175 мм [8].

Недоліком відомих методів є те, що вони не враховують будову досліджуваних матеріалів яка є анізотропною і їх властивості взаємозалежності від напрямку волокон є різні.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – підвищення точності визначення твердості деревини і шаруватих пластмас як конструкційних матеріалів, що володіють анізотропією будови.

Для досягнення поставленої мети була поставлена задача:

1. Підвищення точності визначення твердості деревини і шаруватих пластмас;

2. Розробка конструкції інденторів які забезпечують визначення твердості даних матеріалів в здовж і під кутами до напрямку волокон.

4. Метод визначення твердості деревини

При визначенні твердості деревини рекомендовано використовувати індентор [9], робоча частина якого має форму тригранної призми зрізаної з торців під кутом α в бік робочого леза довжиною L з кутом при вершині β (рис. 2).

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

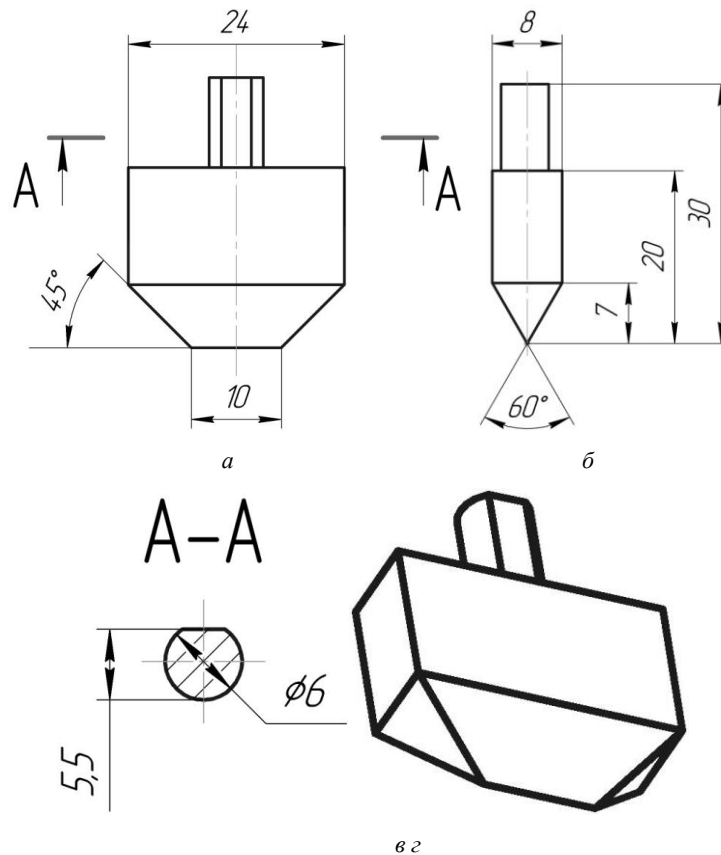


Рис. 2. Індентор для визначення твердості деревини: *а* – фронтальна проекція індентора; *б* – профільна проекція індентора; *в з* – розріз по А-А; *в 2* – загальний вид індентора

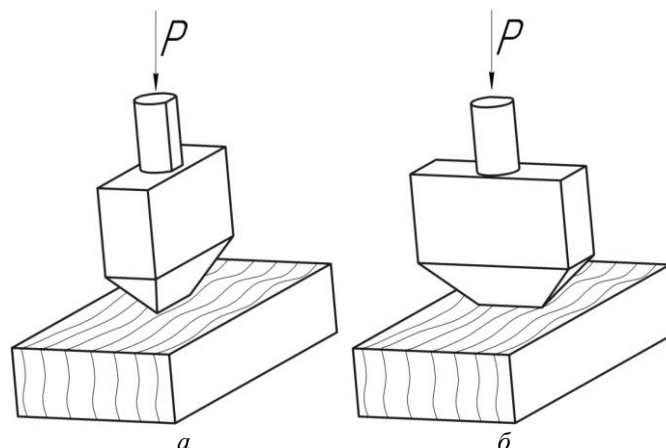


Рис. 3. Схема вимірювання твердості деревини: *а* – вздовж волокон; *б* – під кутом 90° до напрямку волокон

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

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

де F – площа відбитку, мм²; P – величина навантаження, Н.

Отримана площа відбитку представляє собою площу робочої поверхні тригранної призми втиснутої у зразок і дорівнює [10]:

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

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 (25–65)° і (30–90)° при довжині леза $L=7\text{--}10$ мм.

При заданих постійних величинах $\alpha=45^\circ$, $\beta=90^\circ$ і $L=10$ мм величина площі (F) відбитка становить:

$$F = 3,94h^2 + 23,1h; \text{ мм}.$$

Тоді:

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

Для виготовлення інденторів використовують високовуглицеві сталі У8, У9, а також леговані Р6М5, 9ХС, які піддають гартуванню з наступним низьким відпуском при температурі 250 °С.

5. Метод визначення твердості шаруватих пластмас

При дослідженні твердості шаруватих пластмас використовують індентор [11], що має форму зрізаного з торців під кутом $\alpha=30^\circ$ в бік робочого леза довжиною $L=5$ мм тригранної призми з кутом при вершині $\beta=90^\circ$ (рис. 4).

Твердість шаруватих пластмас ($НК_{II}$) визначають вздовж і під необхідними кутами до напрямку шарів, орієнтуючи відповідно лезо індентора [12].

Площа відбитку (F) при постійних значеннях $\alpha=30^\circ$, $\beta=90^\circ$ і $L=5$ мм є функцією глибини h втиснення індентора у зразок і становить:

$$F=3,94h^2+14,143h, \text{ мм}^2.$$

Тоді твердість буде дорівнювати:

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

Із формули видно, що твердість є функцією глибини h втиснення індентора в зразок.

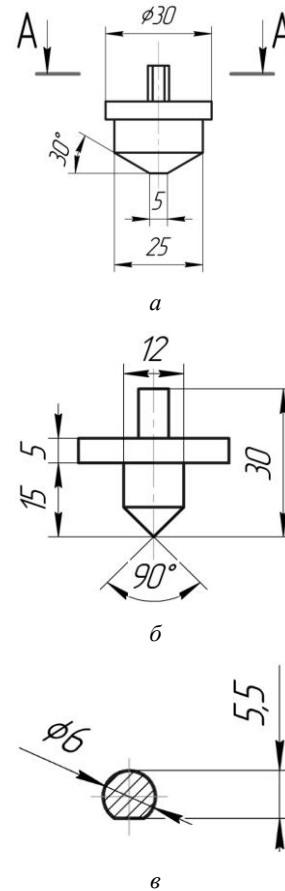


Рис. 4. Конструкція індентора для визначення твердості шаруватих пластмас: а і б – відповідно фронтальна і профільна проекції індентора; в – поперечний переріз по А-А

6. Результати дослідження

В процесі проведених досліджень встановлено, що твердість деревини вздовж волокон є меншою на 20–40 %, ніж під кутами 90°. Для шаруватих пластмас цей показник становить 15–30 %. Значення статичної твердості деревини і шаруватих пластмас, за розробленими методами Котречка, підтвердженні патентами [9–12]. Вони враховують особливості будови деревини і шаруватих пластмас і є більш точними в порівнянні із існуючими стандартними методами де в якості інденторів беруть сталі кульки. Пропонується застосування цих методів заводськими і конструкторськими бюро при розрахунках оптимальних розмірів і конструкції готових деталей з метою економії матеріалів на їх виготовлення. На даний час їх використовують в навчальному процесі при вивченні дисципліни «Матеріалознавство».

6. Висновки

Розроблені методи забезпечують:

- отримання достовірних значень твердості деревини і шаруватих пластмас вздовж і під необхідними кутами до напрямку волокон;
- можливість розробки оптимальних розмірів і геометрії готових виробів;
- зменшення матеріалоємності виробів та їх економне використання.

Література

1. Schwarz, M. V. Holzärteprüfung mit dem Falhärteprüfer [Текст] / M. V. Schwarz, K. Buos // Maschinenbau. – 1928. – Vol. 12. – P. 403.
2. А. С. № 14853 СССР. G01N03/42 [Текст] / Бурученко С. И. – 1930.
3. А. С. № 157145 СССР. G01N03/42 [Текст] / Шипилина Н. Л. – 1963.
4. Розенгауз, Б. Ф. К измерению торцевой твердости древесины [Текст] / Б. Ф. Розенгауз // Сборник трудов УЛТИ. – 1956. – № 1.
5. А. С. № 4081 СССР. G01N03/40 [Текст] / А. Г. Пуппе. – 1930.
6. ГОСТ 16483.17-81 (СТ СЭВ 2366-80 и ИСО 3350-75). Древесина. Метод определения статической твердости [Текст]. – М., 1983.
7. Пат. № 2323428 RU. Способ определения статической твердости древесины. МПК G01N3/42 [Текст] / Памфилов Е. А., Шевелева Е. В., Комиссаров А. П.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Брянская государственная инженерно-технологическая академия". – заявл. 08.09.2006; опубл. 27.04.2008, Бюл. № 12.
8. ГОСТ 24622-91 (ИСО 2039/2-87). Пластмассы. Определение твердости. Твердость по Роквеллу [Текст]. – М., 1993.
9. Пат. № 12460 UA. Индентор. МПК G01N3/42 [Текст] / Котречко О. О.; заявник та патентовласник Національний аграрний університет. – № u200506505; заявл. 01.07.2005; опубл. 15.02.2006, Бюл. № 2.
10. Пат. № 90564 UA. Спосіб визначення статичної твердості деревини за Котречком. МПК G01N3/40 [Текст] / Котречко О. О.; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № a201110631; заявл. 11.03.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11.
11. Пат. № 83113 UA. Индентор для визначення твердості пластмас. МПК G01N 3/42 [Текст] / Котречко О. О.; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u201303076; заявл. 12.03.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
12. Пат. № 100471 UA. Метод визначення твердості пластмас по Котречку. МПК G01N3/00 [Текст] / Котречко О. О.; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № a201109936; заявл. 10.08.2011; опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Чаусов М. Г.
Дата надходження рукопису 13.02.2017*

Котречко Олексій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра надійності техніки, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041
E-mail: oleksiykotrechko@gmail.com

УДК 621.74

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.99442

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© Ю. В. Орендарчук, Д. В. Мариненко, С. В. Борисенко, И. О. Лоек, В. С. Ананьин

Проведен мониторинг размерной точности отливки «втулка», изготавливаемой в условиях автоматизированного литейного производства. Установлены реальные возможности существующего технологического процесса по обеспечению заданных требований качества к размерной точности. Выявлены систематические погрешности и проанализированы их причины. Описанная процедура, как пример, может быть рекомендована для использования в системах автоматизированного проектирования литейного производства

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, технологии литейного производства, отливка, размерный анализ, размерная точность

1. Введение

Вопросы создания систем автоматизированного проектирования (САПР) технологий литейного производства являются особо актуальными на протяжении уже нескольких десятилетий. Это связано с активным внедрением информационных технологий во всех сферах жизни, включая промышленность [1, 2]. Основой для таких систем служит математическое и алгоритмическое обеспечение [3, 4], позволяющее формализовать технологические задачи всех переделов литейного производства, которые, как известно, относятся к числу трудно формализуемых по причине наличия многоуровневой неопре-

деленности [5]. Более того, в программах подготовки инженеров-литейщиков предусмотрены специальные учебные курсы, в том числе с элементами систем поддержки принятия решений [6]. Так или иначе, готовым продуктом таких работ являются системы, позволяющие эффективно управлять качеством отливок.

2. Анализ литературных данных

Разные исследователи по-разному подходят к исследованию качества в литейном производстве, как правило, в зависимости от номенклатуры отливок и применяемых технологий литья. Так, работы [7, 8]