

УДК 674.047.3

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДАРНОЙ ТВЕРДОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПО КОТРЕЧКУ

Котречко А.А.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Разработан новый метод определения ударной твердости древесины с учетом анизотропии ее свойств. В связи с этим ударную твердость древесины определяют под необходимыми углами по отношению к направлению волокон, используя в качестве индентора трехгранную призму срезанную с торцов в сторону рабочего лезвия. Показатели ударной твердости за предложенным методом являются более точными чем известные, полученные путем вдавливания в древесину стальных шариков. Целесообразность разработанного метода определения ударной твердости древесины подтверждена патентом Украины.

Ключевые слова: древесина, ударная твердость, индентор, трехгранная призма.

Постановка проблемы. Древесина по строению относится к материалам, которые обладают анизотропией свойств. Для определения показателей ее ударной твердости необходимо использовать индентор, рабочее лезвие которого возможно вдавливать в образец под углами от 0° до 90° .

Анализ известных методов определения ударной твердости древесины. Известны способы определения ударной твердости древесины путем вдавливания в древесину различных по конструкции инденторов под действием динамической нагрузки. Твердость при этом определялась:

1. Отношением затраченной работы к площади отпечатка с помощью ударника проф. Баумана, представляющего собой трубку, на конце которой имеется стержень со стальным шариком диаметром 10 мм. Под действием пружины баба ударяет по стержню и вдавливает шарик в образец. При этом, в зависимости от мощности пружин получают две величины работы удара 533 и 148 кг/мм [1].

К недостатку способа необходимо отнести затраты работы на трение, а также необходимость точной калибровки пружин, с динамической точки зрения является сложной операцией и может быть признанным только условно.

2. С использованием ударника проф. Шварца твердость определялась отношением работы вдавливания стального шарика диаметром 10 мм от падения бабы весом 0,25 кг с высоты 0,5 м к площади отпечатка [2]. Преимущества этого способа определения ударной твердости древесины по сравнению с рассмотренным по Бауману лишь в том, что не требуется тарирование прибора, но затраты на работу трения не устраняются.

3. По глубине проникновения стальной иглы под действием удара молотка [3]. Значение величины твердости, полученное этим методом, для древесины, свойства которой существенно отличаются в главных структурных направлениях ее строения, не могут быть использованы в качестве общей механической характеристики анизотропного материала, так как является локальным точечным показателем.

4. Отношением работы падения стального шарика диаметром $(25 \pm 0,05 \text{ мм})$ с высоты $(500 \pm 1 \text{ мм})$ на образец с наложенной на него копировальной бумагой к площади отпечатка [4];

$$H_{wy} = \frac{4mgh}{\pi d_1 d_2}, \text{ Дж} / \text{см}^2,$$

где m – масса шарика, кг;

g – ускорение силы притяжения, $\text{м}/\text{с}^2$;
 h – высота падения шарика, м;
 d_1 и d_2 – диаметры отпечатков, соответственно поперек и вдоль волокон, см.

Основным типичным недостатком этого метода, как и предыдущих, является то, что он не учитывает анизотропию свойств древесины. Определение площади отпечатка, как произведения диаметров d_1 и d_2 , которые различны по величине, некорректно. При этом величина погрешности будет расти с увеличением разницы в значениях размеров d_1 и d_2 .

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. В связи с тем, что твердость древесины в зависимости от направления волокон существенно отличается, имеется необходимость в разработке новых методов определения ее действительных показателей с учетом анизотропии свойств.

Формулирование целей статьи (постановка задачи). Для решения поставленной задачи в качестве индентора [5] используют срезанную с торцов под углом α в сторону рабочего лезвия длиной L трехгранную призму с углом при вершине β (рис. 1).

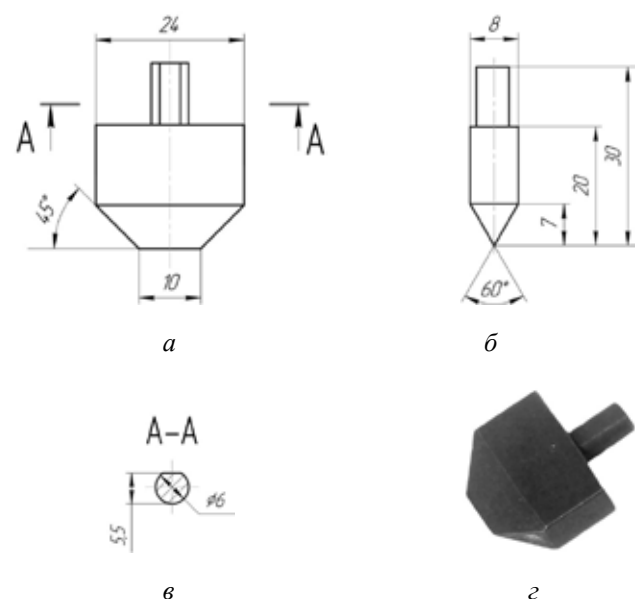


Рис. 1. Конструкция и размеры индентора: а и б – соответственно фронтальная и профильная проекции; в – разрез по А-А; г – общий вид индентора

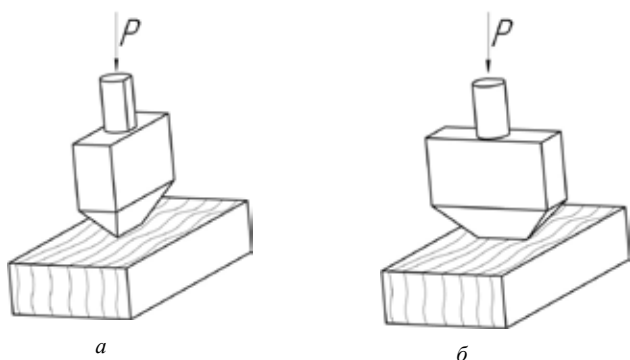


Рис. 2. Схема измерения твердости древесины:
а – вдоль волокон; б – под углом 90°
к направлению волокон

5. Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов.

В зависимости от необходимости угол вдавливания рабочего лезвия индентора в образец берут относительно волокон в пределах от 0° до 90° (рис. 2).

Показатели ударной твердости древесины рассчитывают по формуле

$$H_{wy} = \frac{4mgH}{F}, \text{ Дж / см}^2,$$

где m – масса груза, кг,

g – ускорение силы тяготения, м/с²;

H – высота падения груза, м;

F – площадь полученного отпечатка, мм².

Площадь отпечатка при заданных постоянных величинах углов α и β , а также длине рабочего лезвия L , является функцией глубины h вдавливания индентора в образец и определяется из зависимости [5]:

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

где h – глубина вдавливания индентора в древесину, мм;

L – длина лезвия индентора, мм.

Ударную твердость древесины определяют используя специально разработанное устройство, конструкция которого представлена на рис. 3.

Устройство содержит станину 12, изготовленную вместе с вертикальной стойкой 13 и горизонтальным 7 и верхним 3 приливами, предметный столик 11 для установки и закрепления на нем образца 10 и штока 1, на котором винтами 6 жестко закреплена опорная шайба 5. Шток 1 свободно перемещается в верхнем 3 и нижнем 7 приливах и грузе 4. Глубину h вдавливания лезвия индентора 14 в образец 10 определяют используя многооборотный индикатор 20 часового типа 1 МИГ ГОСТ 9696-75. Груз 4 в верхнем положении устанавливают на упоре 15. Перемещение упора 15 вправо происходит за счет пружинного механизма (не показан) при оттянутом фиксаторе 16, а влево – путем надавливания на рукоятку 17, сжимая пружину.

Ударную твердость образца древесины определяют следующим образом. Шток 1 фиксируют в верхнем положении, упирая его нижний торец на защелку 8. С помощью прижимного винта 9 с шайбой образец 10 закрепляют на предметном столике 11.

В дальнейшем, оттянув защелку 8, опускают шток 1 до контакта индентора 14 с поверхностью образца 10. Вращая шток 1 вокруг оси и пользуясь нанесенной на него чертой 21 и градуированной шкалой 2, ориентируют рабочее лезвие индентора 14 относительно волокон древесины под необходимыми углами.

Для контроля глубины вдавливания рабочего лезвия индентора 14 в древесину, стрелку индикатора 20, упирая его наконечник 19 на верхний торец 22 штока 1, ставят с натяжением в положение с отметкой "0", которое является исходным перед началом испытания (рис. 4). При этом высота H свободного падения груза определяется расстоянием между грузом 4 и опорной шайбой 5.

Для приложения к образцу ударной нагрузки оттягивают фиксатор 16, в результате чего под действием пружины упор 15 перемещается вправо и освобождает груз 4.

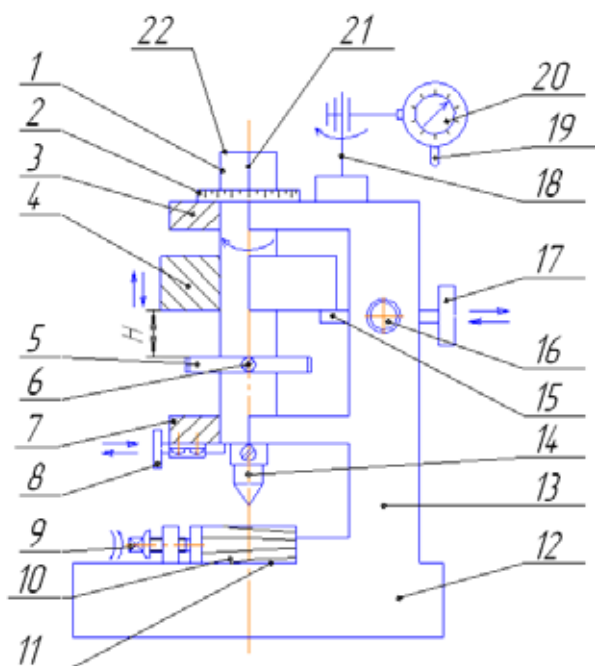


Рис. 3.

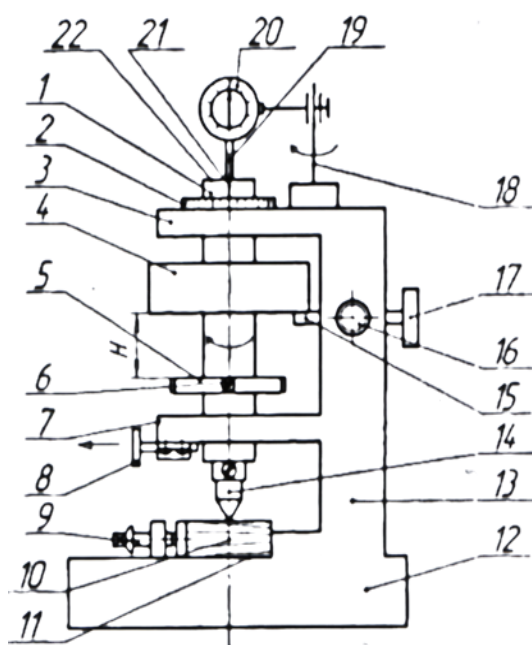


Рис. 4.

Во время удара груза 4 по опорной шайбе 5 шток 1 перемещается вниз и вдавливают рабочее лезвие индентора 14 в образец 10. Глубину h вдавливания рабочего лезвия индентора 14 в образец 10 определяют по шкале индентора 20 (рис. 5).

Площадь отпечатка, определенная с использованием индентора (рис. 4) при заданных значениях $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$ и $L = 10$ мм, является функции глубины вдавливания индентора в образец, равна:

$$F = 0,94 h^2 + 23,1 h, \text{ мм}^2.$$

При этом ударная твердость древесины определяется по формуле:

$$HK_w = \frac{4mgH (\cos \alpha \cdot \cos \beta / 2)}{2h[h \cdot \sin(\beta / 2) + h \cdot \sin \alpha + L \cdot \cos \alpha]}, \text{ Дж / см}^2$$

Выводы из данного исследования. В связи с тем, что твердость материалов пропорционально связана с прочностью, определение достоверных этой механической характеристики необходимо для создания банка данных с целью выполнения рациональных расчетов геометрии и размеров конкретных изделий при необходимой их надежности и долговечности.

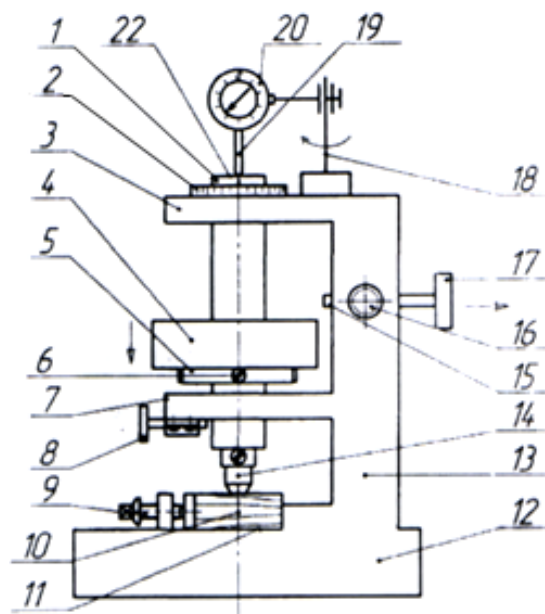


Рис. 5.

Список литературы:

1. R. Baumann. Die bisherigen Ergebnisse der Holzprumngen sn Materialprufungsanatat an der technishen Hochschule Stuttgart. Forschungsarbeiten, VDI, S. 231, 1922.
2. M. Schwarz und K. Buos. Holzharteproofung mit dem Falharteproofen. Maschinenbau, S. 403, 1928.
3. Патент СССР П.К. Молгачева №8723, G01 N3 / 48, 1923.
4. Древесина. Метод определения ударной твердости. Wood. Method for determination of impact hardness. ГОСТ 16483. 16-81. СТ СЭВ 2367-80.
5. Патент Украины № 118913, 2017 г. Способ определения ударной твердости древесины по Котречку.

Котречко О.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ УДАРНОЇ ТВЕРДОСТІ ДЕРЕВИНИ ПО КОТРЕЧКУ

Анотація

Розроблено новий метод визначення ударної твердості деревини з урахуванням анізотропії її властивостей. У зв'язку з цим ударну твердість деревини визначають під необхідними кутами по відношенню до напрямку волокон, використовуючи в якості індентора тригранну призму, яка зрізана з торців в сторону робочого леза. Показники ударної твердості за запропонованим методом є більш точними ніж відомі, отримані шляхом втиснення в деревину сталених кульок. Доцільність розробленого методу визначення ударної твердості деревини підтверджена патентом України.

Ключові слова: деревина, ударна твердість, індентор, тригранна призма.

Kotrechko A.A.

National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine

METHOD FOR DETERMINING THE IMPACT HARDNESS OF WOOD BY KOTRECHKO

Summary

A new method for determining the impact hardness of wood has been developed, taking into account the anisotropy of its properties. In this connection, the impact hardness of the wood is determined at the necessary angles with respect to the direction of the fibers, using as an indenter a trihedral prism cut from the ends towards the working blade. The value of impact hardness determined by the proposed method are more accurate than those known, obtained by punching steel balls into the wood. The expediency of the developed method for determining the hardness of hardwood is confirmed by the patent of Ukraine.

Keywords: wood, impact hardness, indenter, trihedral prism.