

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-67-71>

ТВЕРДОСТЬ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ЯСЕНЯ И ДУБА

Скуратов Н.В., Соболев А.В., Усов Д.В.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана,
Мытищинский филиал, Мытищи, Россия*

Ключевые слова: лиственная древесина, термическое модифицирование, статическая твердость, береза, ясень, дуб.

Аннотация. В данной работе приведены результаты экспериментальной оценки влияния термического модифицирования на статическую твердость древесины трех лиственных пород: березы, ясеня и дуба. Установлено, что в результате модифицирования твердость древесины этих пород заметно снижается, за исключением торцевой твердости дуба, которая возросла.

HARDNESS OF THERMALLY MODIFIED OF BIRCH, ASH AND OAK WOOD

Skuratov N.V., Sobolev A.V., Usov D.V.

Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi branch, Mytishchi, Russia

Keywords: hardwood, thermal modification, static hardness, birch, ash, oak.

Abstract. This paper presents the results of an experimental assessment of the effect of thermal modification on the static hardness of wood of three hardwoods: birch, ash and oak. It has been established that after modification, the hardness of the wood of these species decreases markedly, with the exception of the end hardness of oak, which has increased.

Древесина широко используется для изготовления различных изделий и конструкций. Этот доступный, экологически чистый и дружелюбный человеку материал обладает многими ценными потребительскими свойствами. Одним из важных показателей механических свойств древесины является статическая твердость, характеризующая ее способность сопротивляться внедрению в нее более твердого материала. Ее величина существенно влияет на срок службы изделий и конструкций из древесины. Как и другие показатели механических свойств древесины, твердость зависит от влажности, температуры и направления приложения нагрузки [1]. Кроме того, свойства древесины могут существенно изменяться вследствие длительного высокотемпературного воздействия в ходе различных технологических процессов ее обработки.

Одним из наиболее эффективных способов направленного изменения свойств древесины является термическая обработка. В результате такой обработки улучшается размерная стабильность древесины и повышается ее стойкость к биологическим поражениям. Обработанная древесина становится темнее, оставаясь при этом экологически чистым материалом. В то же время внешний вид недорогой хвойной, а также мягкой лиственной древесины после

обработки заметно улучшается, поскольку ее текстура становится более выраженной.

В ряде работ отмечается, что в результате термического модифицирования возможно некоторое снижение отдельных показателей механических свойств не только хвойной [2-4], но и лиственной древесины, например, березы [5].

Данная работа посвящена оценке статической твердости термически модифицированной древесины твердых лиственных пород: березы, ясеня и дуба. Работ, в которых определяется статическая твердость модифицированной древесины указанных пород, сравнительно немного. Их результаты следует рассматривать с учетом происхождения, изменчивости свойств и условий обработки образцов древесины, подвергнутых испытаниям. Так по данным одних исследователей торцевая твердость березы после обработки при максимальной температуре 190-200°C заметно увеличивается [6]. В соответствии с результатами других исследований твердость березы практически не меняется или возрастает незначительно [7, 8]. Существенное повышение твердости древесины ясеня после обработки отмечается в работе [9]. В то же время в работе [10] было выявлено отрицательное влияние термической обработки на торцевую твердость дуба. Приведенный разброс данных о влиянии термического модифицирования на твердость древесины березы, ясеня и дуба говорит о целесообразности продолжения исследований в данном направлении.

Для проведения экспериментов были приобретены строганные заготовки тангенциальной, радиальной и смешанной распиловки из древесины березы, ясеня и дуба, прошедшей термическое модифицирование по классу «Thermo D» (максимальная температура обработки около 200°C). Из этих заготовок было изготовлено 63 березовых, ясеневых и дубовых образца, не имеющих видимых пороков. Перед проведением экспериментов образцы в течение двух месяцев выдерживались в помещении при температуре 21-23°C и относительной влажности воздуха 45-55%. После выдержки устойчивая влажность образцов оказалась равной $4,1 \pm 0,4\%$.

Эксперименты проводились в соответствии с рекомендациями ГОСТ 16483.17-81 [11]. Перед каждым опытом образец устанавливали в специальное приспособление разрывной машины Р-0,5. В качестве пуансона использовался стандартный стальной шарик радиусом 5,64 мм, закрепленный в верхней части приспособления. Перемещение пуансона фиксировали с помощью многооборотного рычажно-зубчатого индикатора с погрешностью измерения не более 0,01 мм. Для того, чтобы минимизировать возможность растрескивания образцов была выбрана минимальная предлагаемая стандартом глубина вдавливания пуансона в древесину равная 2,82 мм. Скорость нагружения подбирали так, чтобы заданная глубина вдавливания пуансона достигалась через 1,5-2,0 мин после начала эксперимента.

Статическую твердость каждого образца T рассчитывали в Н/мм^2 по следующей формуле

$$T = \frac{4 \cdot F}{3 \cdot \pi \cdot r^2},$$

где F – расчетная нагрузка в Н при глубине вдавливания шарика 2,82 мм; r – радиус шарика, 5,64 мм.

Результаты определения статической твердости термически модифицированной древесины березы, ясеня и дуба представлены в таблице 1. Там же приведены средние значения статической твердости древесины тех же пород, не подвергавшейся термической обработке [1].

Табл. 1. Статическая твердость термически модифицированной и натуральной древесины березы, ясеня и дуба

Порода древесины	Поверхность для вдавливания шарика	Статическая твердость древесины, Н/мм ²	
		модифицированной	натуральной по Уголеву [1]
Береза	тангенциальная	22	32,1
	радиальная	20	35,9
	торцевая	41,9	46,3
Ясень	тангенциальная	31	65,1
	радиальная	35	57,1
	торцевая	64,9	78,3
Дуб	тангенциальная	46	47,5
	радиальная	37	54,5
	торцевая	75,5	66,5

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что интенсивное термическое воздействие на древесину березы, ясеня и дуба в процессе модифицирования вызывает заметное снижение ее статической твердости при вдавливании пуансона как в тангенциальном и радиальном, так и в продольном направлениях. Исключение составляет лишь торцевая твердость дуба, которая в результате термического модифицирования повысилась. Аналогичное небольшое увеличение торцевой твердости древесины в результате термической обработки березы при температуре 190°C было отмечено в работе [7]. Возможно, это повышение твердости обусловлено особенностями перестройки структуры древесины дуба в результате относительно кратковременного высокотемпературного воздействия.

Список литературы

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: МГУЛ, 2001. – 333 с.
2. Шарапов Е.С., Королев А.С. Влияние процесса термической модификации на физико-механические свойства древесины // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. – 2013. – №1. – С. 335-341.

3. Разумов А.Е., Хузеев М.В., Ахметова Д.А., Шайхутдинова А.Р. Экспериментальные исследования механических свойств термомодифицированной древесины // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №2. – С. 31-33.
4. International ThermoWood Association et al. ThermoWood handbook. – Helsinki, Finland, 2003. – 66 p.
5. Сафин Р.Р., Сафина А.В., Шаяхметова А.Х. Исследование физико-механических свойств термомодифицированной древесины березы // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, №4. – С. 213-217.
6. Shi J.L., Kocaefe D., Zhang J. Mechanical behaviour of Quebec wood species heat-treated using ThermoWood process // Holz als Roh-und Werkstoff. 2007, vol. 65, no. 4, pp. 255-259.
7. Borůvka V. et al. The impact of heat treatment on the hardness of European birch wood // Proceedings 8th Hardwood Conference - New Aspects Of Hardwood Utilization - From Science To Technology. Sopron, Hungary, 2018, pp. 38-39.
8. Poncsák S. et al. Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*) // Wood Science and Technology. 2006, vol. 40, no. 8, pp. 647-663.
9. Leitch M.A. Hardness values for thermally treated black ash // Wood and Fiber Science. 2009, pp. 440-446.
10. Bakar B.F.A., Hiziroglu S., Tahir P.M. Properties of some thermally modified wood species // Materials & Design. 2013, vol. 43, pp. 348-355.
11. ГОСТ 16483.17-81 Древесина. Метод определения статической твердости. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 6 с.

References

1. Ugolev B.N. Wood science with the basics of forest commodity science. – М.: MGUL, 2001. – 333 p.
2. Sharapov E.S., Korolev A.S. Influence of the process of thermal modification on the physical and mechanical properties of wood // Proceedings of the Volga State Technological University. Series: Technological. 2013, no. 1, pp. 335-341.
3. Razumov A.E., Khuzeev M.V., Akhmetova D.A., Shaikhutdinova A.R. Experimental studies of the mechanical properties of thermally modified wood // Bulletin of the Kazan Technological University. 2012, vol. 15, no. 2, pp. 31-33.
4. International ThermoWood Association et al. ThermoWood handbook. – Helsinki, Finland, 2003. – 66 p.
5. Safin R.R., Safina A.V., Shayakhmetova A.Kh. Study of the physical and mechanical properties of thermally modified birch wood // Bulletin of the Kazan Technological University. 2015, vol. 18, no. 4, pp. 213-217.
6. Shi J.L., Kocaefe D., Zhang J. Mechanical behaviour of Quebec wood species heat-treated using ThermoWood process // Holz als Roh-und Werkstoff. 2007, vol. 65, no. 4, pp. 255-259.
7. Borůvka V. et al. The impact of heat treatment on the hardness of European birch wood // Proceedings 8th Hardwood Conference - New Aspects Of Hardwood Utilization - From Science To Technology. Sopron, Hungary, 2018, pp. 38-39.
8. Poncsák S. et al. Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*) // Wood Science and Technology. 2006, vol. 40, no. 8, pp. 647-663.

9. Leitch M.A. Hardness values for thermally treated black ash // Wood and Fiber Science. 2009, pp. 440-446.
10. Bakar B.F.A., Hiziroglu S., Tahir P.M. Properties of some thermally modified wood species // Materials & Design. 2013, vol. 43, pp. 348-355.
11. GOST 16483.17-81 Wood. Method for determining static hardness. – M.: Publ. house of Standards, 1981. – 6 p.

Скуратов Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент	Skuratov Nikolay Vladimirovich – candidate of technical sciences, associate professor
Соболев Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент	Sobolev Andrey Viktorovich – candidate of technical sciences, associate professor
Усов Дмитрий Владимирович – аспирант	Usov Dmitry Vladimirovich – graduate student
skuratov@mgul.ac.ru	

Received 13.02.2023