

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-63-66>

ПРОЧНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ЯСЕНЯ И БЕРЕЗЫ ПРИ СЖАТИИ

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

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

Ключевые слова: термическое модифицирование, диаграмма нагружения, условный предел прочности, сжатие вдоль волокон, сжатие радиальное, сжатие тангентальное.

Аннотация. В статье приводятся сравнительные результаты прочностных показателей термически обработанной по классу «Thermo D» древесины дуба, ясеня и березы, полученные при испытаниях на сжатие в продольном и поперечном направлениях относительно волокон. Установлено отсутствие негативного влияния данного способа модифицирования на способность древесины этих пород сопротивляться указанным видам силового воздействия, что позволяет рекомендовать их применение в нагруженных элементах конструкций.

STRENGTH OF THERMALLY MODIFIED OAK, ASH AND BIRCH WOOD AT COMPRESSION

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

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

Keywords: thermal modification, loading diagram, conditional tensile strength, compression along the fibers, radial compression, tangential compression.

Abstract. The article presents comparative results of the strength indicators of oak, ash and birch wood heat-treated according to the “Thermo D” class, obtained during compression tests in the longitudinal and transverse directions relative to the fibers. It was found that this method of modification had no negative effect on the ability of wood of these species to resist the indicated types of force, which makes it possible to recommend their use in loaded structural elements.

Термическое модифицирование позволяет существенно и целенаправленно изменять свойства древесины. Современные технологии реализации этой операции, в целом, оказывают положительное влияние на эксплуатационные характеристики древесины, в состав которых, в зависимости от дальнейшего направления использования, могут быть включены достаточно разнообразные показатели [1]. Рассматривая применение термически модифицированной древесины (ТМД) как конструкционного материала, например, в виде несущего элемента в деревянном домостроении, наиболее значимыми являются механические свойства.

В ряде работ, посвященных этой тематике, выявлены общие тенденции к уменьшению прочности ТМД при различных видах нагружения. Так, исследования образцов березы, подвергнутой термической модификации, позволили авторам установить степень влияния продолжительности и температуры обработки на снижение предела прочности при сжатии вдоль волокон [2]. Аналогичный характер направленности такой обработки выявлен также для дуба и ясеня. В работе [3] обнаружено, что предел прочности

древесины при сжатии вдоль волокон для образцов этих пород уменьшился на 20,3–32,3%, оставаясь при этом в пределах нормативных ограничений. Эти показатели необходимы для расчетов центрально-сжатых элементов деревянного каркаса, таких как, стойки, подкосы, отдельные стержни ферм. Не менее важными являются и локальные зоны, где деревянные элементы испытывают сжимающие нагрузки в поперечном направлении, такие, как места установки стоек на нижней обвязке, поверхности опирания балок, узлы крепления стропильных ног к мауэрлату. Однако опубликованной информации о подобного вида испытаниях для ТМД практически нет.

В данной работе приводятся результаты на сжатие по трем направлениям, особенно выделяемым для древесины, как анизотропного материала.

Испытаниям подвергались образцы термически обработанной по классу «Thermo D» (температура обработки 200...220°C) древесины березы, ясеня и дуба. Работы выполнялись согласно методикам ГОСТ 16483.11-72 и ГОСТ 16483.10-73 [4, 5]. Образцы имели стандартную для подобного вида нагружения форму прямоугольного параллелепипеда длиной 30 мм, шириной и толщиной 20 мм. После кондиционирования в комнатных условиях, их устойчивая влажность составила около 4%.

Испытания проводили на разрывной машине INSTRON. Образцы помещали между двумя нажимными металлическими дисками – нижним, неподвижно связанным с силовой балкой основания, и верхним, жестко закреплённым с перемещающейся в вертикальном направлении массивной траверсой. Перемещение траверсы с установленной для данного вида испытаний линейной скоростью равной 1 и 2 мм/мин осуществляется посредством преобразования вращательного движения вертикальных ходовых винтов, что обеспечивает достижение предельных напряжений в образцах под воздействием равномерно нарастающей нагрузки за регламентируемое стандартом время 60 ± 30 с. Фактическая нагрузка фиксируется установленным в траверсе динамометрическим датчиком и, после преобразования в электрический сигнал, передается в систему управления с выводом на экран компьютера. Также на экране в реальном масштабе времени визуализируется диаграмма нагружения в виде линии зависимости напряжения в образце от величины его деформации, инициируемой прилагаемой нагрузкой.

При сжатии вдоль волокон, предел прочности $\sigma_{сж}$ (МПа), рассчитывается по максимальному значению нагрузки F_{max} (Н), в момент разрушения образца:

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{max}}{S_{ВД}}$$

При поперечном сжатии рассчитывается условный предел прочности $\sigma_{усл.сж}$ (МПа), в формуле которого фигурирует нагрузка F_n (Н), соответствующая пределу пропорциональности, определяемая по участку диаграммы, когда между напряжением в образце и его деформацией существует линейная зависимость:

$$\sigma_{\text{усл.сж}} = \frac{F_{II}}{S_{II}}.$$

В формулах $S_{\text{вд}}$ и $S_{\text{п}}$ – площади поперечных относительно направления нагрузки сечений образцов соответственно при сжатии вдоль и поперек волокон, мм².

Результаты испытаний на сжатие термически модифицированной древесины березы, ясеня и дуба, а также средние значения этих показателей для натуральной древесины представлены в таблицах 1 и 2.

Табл. 1. Прочность при сжатии вдоль волокон термически модифицированной и натуральной древесины березы, ясеня и дуба

Порода древесины	Предел прочности древесины при сжатии, МПа		
	модифицированной		натуральной, при нормализованной влажности [6]
	при устойчивой влажности	при нормализованной влажности	
Береза	83,2	56,9	54,0
Ясень	100,6	68,8	56
Дуб	80,49	55,05	57

Табл. 2. Прочность при сжатии поперек волокон термически модифицированной древесины березы, ясеня и дуба

Порода древесины	Условный предел прочности древесины при сжатии, МПа				
	при устойчивой влажности		при нормализованной влажности		
	радиальное сжатие	тангентальное сжатие	радиальное сжатие	тангентальное сжатие	среднее значение
Береза	9,66	7,48	7,03	5,33	6,18
Ясень	11,06	16,4	9,71	11,69	10,7
Дуб	17,5	12,7	12,65	9,24	10,95

Анализируя полученные результаты, отметим, что высокотемпературная модификация березы и дуба практически не оказывает направленного влияния на показатели прочности при сжатии вдоль волокон по сравнению с обычной древесиной нормализованной влажности. Для ясеня данный показатель после термообработки оказался выше на 23%. Также следует указать, что средние значения условных пределов прочности ТМД березы, ясеня и дуба при сжатии поперек волокон составляют соответственно 11%; 16% и 20% от их пределов прочности при сжатии вдоль волокон. Это несколько больше аналогичного показателя, принятого для всех пород натуральной древесины, который равен 10% [7].

Таким образом, применительно к рассматриваемым породам, в сжатых элементах деревянных конструкций вполне допустимо применение термически модифицированной древесины.

Список литературы

1. Минибаев А.А., Овсянников С.И. Исследование свойств и преимуществ термически модифицированной древесины // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Белгород, 14 апреля 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 189-195.
2. 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.
3. Антоник А.Ю., Леонович О.К. Исследование свойств термомодифицированной древесины // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – №1 (204). – С. 58-63.
4. ГОСТ 16483.10-73 Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 6 с.
5. ГОСТ 16483.11-72 Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 5 с.
6. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине / Под ред. Б.Н. Уголева. – М: Лесн. пром-сть, 1989. – 293 с.
7. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Изд. центр «Академия», 2011. – 272 с.

References

1. Minibaev A.A., Ovsyannikov S.I. Study of the properties and advantages of thermally modified wood // Science and innovations in construction: Collection of reports of the V International scientific and practical conference. In 2 volumes, Belgorod, April 14, 2021. – Belgorod: Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shukhov, 2021. – P. 189-195.
2. Safin R.R., Safina A.V., Shayakhmetova A.Kh. Study of the physico-mechanical properties of thermally modified birch wood // Bulletin of the Kazan Technological University. 2015, vol. 18, no. 4, pp. 213-217.
3. Antonik A. Yu., Leonovich OK Investigation of properties of thermomodified wood // Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources. 2018, no. 1 (204), pp. 58-63.
4. GOST 16483.10-73 Wood. Methods for determining the compressive strength along the fibers. – М.: Publ. house of Standards, 1999. – 6 p.
5. GOST 16483.11-72 Wood. Method for determining the conditional compressive strength across the fibers. – М.: Publ. house of Standards, 1999. – 5 p.
6. Borovikov A.M., Ugolev B.N. Handbook of wood / Ed. B.N. Ugolev. – М: Lesn. prom-st, 1989. – 293 p.
7. Ugolev B.N. Wood science and forest commodity science. – М.: Publ. Center "Academy", 2011. – 272 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