

УДК 674.04

**Е. Е. Швамм**, кандидат технических наук, доцент (УГЛТУ, Россия);**Л. Г. Швамм**, директор ИПО (УГЛТУ, Россия);**ИЗУЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ «БИКОС»**

В статье приводятся результаты исследования отдельных физико-механических свойств древесины березы, термомодифицированной по технологии «Бикос», и сравнение их натуральной древесиной.

Some physic-mechanical properties of thermo modified birch compared to its natural wood are analyzed in this article.

**Введение.** Древесина является одним из наиболее доступных, возобновляемых и востребованных природных материалов. Древесина, благодаря своим ценным свойствам, широко используется в промышленности и строительстве. Однако ей присущи и отрицательные свойства, которые изменяют путем ее модифицирования.

Одно из направлений модифицирования древесины – термомодификация – появилось сравнительно недавно.

Физико-механические свойства этой модификации древесины до настоящего времени остаются недостаточно изученными, а имеющиеся данные о ней противоречивы и, как правило, носят рекламный характер.

**Объект исследования.** Физико-механические свойства термомодифицированной древесины березы и ясеня, полученной при использовании камер автоклавного типа производства ООО «Бикос», г. Лыткарино Московской области, при повышенном давлении водяного пара и температуре 165°C и 185°C и натуральная древесина. Сравнение экспериментальным путем на малых чистых образцах.

**Основная часть.** Сущность технологии термомодификации древесины заключается в выдерживании древесины в камере автоклавного типа в течение определенного времени, под воздействием высоких температур в среде водяного пара, при условии малого доступа кислорода извне.

Технология включает в себя три основные фазы:

- начального прогрева и высокотемпературной сушки (температура сушки составляет 100–40°C);
- термическая модификация древесины под воздействием высоких температур (150–240°C);
- фаза охлаждения и стабилизации свойств древесины.

Повышение и понижение температуры обработки производятся на первой и третьей фазе, в течение второй фазы температура обработки остается неизменной. Наибольшая температура

достигается на второй фазе, и по данной температуре называют весь режим. Периодическая подача пара защищает материал от обугливания и способствует протеканию некоторых химических процессов в древесине.

**Методика испытаний.** Испытания малых чистых образцов проводились в соответствии с требованиями ГОСТ на метод определения:

- плотности [1];
- разбухания [2];
- предела прочности при статическом изгибе [3];
- предела прочности при скалывании вдоль волокон [4];
- статической твердости [5].

Оборудование для проведения испытаний и средства измерения также соответствовали требованиям ГОСТа на метод определения исследуемого параметра.

Отбор малых чистых образцов проводился в соответствии с требованиями [6]. Количество образцов, необходимых для проведения испытаний, вычислялось с учетом средних коэффициентов вариации показателей свойств древесины, согласно [7].

**Результаты испытаний.** *Плотность древесины.* Результаты обработки результатов испытания образцов представлены в табл. 1.

Из результатов испытаний следует, что плотность термомодифицированной древесины в абсолютно сухом состоянии ниже, чем у натуральной древесины. Для термообработанной древесины при температуре 185°C эта разность составляет 57 г/см<sup>3</sup>, а при температуре 165°C – 4 г/см<sup>3</sup>. Плотность термообработанной древесины изменяется в зависимости от температуры обработки. При повышении температуры обработки плотность снижается. Разность плотностей в абсолютно сухом состоянии между термообработанной древесиной при 165°C и 185°C составляет 534 г/см<sup>3</sup>.

*Разбухание древесины.* Результаты обработки испытания образцов на линейное разбухание после 6 ч вымачивания в дистиллированной воде представлены в табл. 2.

Таблица 1

Плотность древесины, г/см<sup>3</sup>

Наименование показателя	Численные значения		Кол-во образцов, шт.
	$\bar{X}$	$V, \%$	
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$ , г/см <sup>3</sup>			
при начальной влажности	562	9,32	97
в абсолютно сухом состоянии	556	8,95	89
Термомодифицированная древесина при $t = 165^\circ\text{C}$ , г/см <sup>3</sup>			
при начальной влажности	615	4,38	64
в абсолютно сухом состоянии	609	5,16	77
Натуральная древесина, г/см <sup>3</sup>			
при начальной влажности	618	5,12	94
в абсолютно сухом состоянии	613	4,42	87

*Примечание.*  $\bar{X}$  – среднее значение показателя;  $V$  – коэффициент вариации показателя; количество образцов после отбрасывания грубых наблюдений.

Из результатов испытаний следует, что линейное разбухание термомодифицированной древесины меньше, чем у натуральной древесины. Линейное разбухание термообработанной древесины при  $t = 185^\circ\text{C}$  меньше, чем при  $t = 165^\circ\text{C}$ .

*Предел прочности древесины при статическом изгибе.* Результаты обработки испытания образцов на предел прочности при статическом изгибе представлены в табл. 3.

Из результатов испытаний следует, что предел прочности при статическом изгибе термомодифицированной древесины значительно ниже, чем необработанной древесины.

Предел прочности при статическом изгибе термообработанной древесины при  $t = 185^\circ\text{C}$  ниже, чем при  $t = 165^\circ\text{C}$  на 44,9% и составляет лишь 43% от необработанной древесины.

Таблица 2

## Линейное разбухание древесины после 6 ч. вымачивания, %

Наименование показателя	Численные значения		Кол-во образцов, шт.
	$\bar{X}$	$V, \%$	
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$ при $t = 185^\circ\text{C}$ , %			
в тангентальном направлении	3,39	11,20	44
радиальном направлении	2,44	12,35	41
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$ при $t = 165^\circ\text{C}$ , %			
в тангентальном направлении	4,23	6,31	63
радиальном направлении	3,06	11,00	72
Натуральная древесина, %			
в тангентальном направлении	7,04	15,15	43
радиальном направлении	5,72	16,80	46

*Примечание.*  $\bar{X}$  – среднее значение показателя;  $V$  – коэффициент вариации показателя; количество образцов после отбрасывания грубых наблюдений.

Таблица 3

## Предел прочности древесины при статическом изгибе, МПа

Наименование показателя	Численные значения		Кол-во образцов, шт.
	$\bar{X}$	$V, \%$	
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$	49	17,2	59
Термомодифицированная древесина при $t = 165^\circ\text{C}$	71	10,3	44
Натуральная древесина	114	17,4	80

*Примечание.* Влажность древесины при испытаниях составляла 2%;  $\bar{X}$  – среднее значение показателя;  $V$  – коэффициент вариации показателя; количество образцов после отбрасывания грубых наблюдений.

Таблица 4

## Предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон, МПа

Наименование показателя	Численные значения		Кол-во образцов, шт.
	$\bar{X}$	$V, \%$	
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$ , МПа			
в тангентальной плоскости	6,12	24,19	38
радиальной плоскости	4,05	20,28	43
Термомодифицированная древесина при $t = 165^\circ\text{C}$ , МПа			
в тангентальной плоскости	8,19	9,57	55
радиальной плоскости	8,45	13,9	58
Натуральная древесина			
в тангентальной плоскости	10,70	16,3	80
радиальной плоскости	8,96	14,6	74

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее значение показателя;  $V$  – коэффициент вариации показателя; количество образцов после отбрасывания грубых наблюдений.

Таблица 5

Статическая твердость древесины, Н/мм<sup>2</sup>

Наименование показателя	Численные значения		Кол-во образцов, шт.
	$\bar{X}$	$V, \%$	
Термомодифицированная древесина при $t = 185^\circ\text{C}$ , МПа			
в радиальном направлении	23,93	19,12	38
тангентальном направлении	25,67	16,06	37
Термомодифицированная древесина при $t = 165^\circ\text{C}$ , МПа			
в радиальном направлении	24,50	17,37	41
тангентальном направлении	26,43	14,6	38
Натуральная древесина			
в радиальном направлении	28,14	13,1	76
тангентальном направлении	31,71	14,3	69

Примечание.  $\bar{X}$  – среднее значение показателя;  $V$  – коэффициент вариации показателя; количество образцов после отбрасывания грубых наблюдений.

Предел прочности при скалывании вдоль волокон. Результаты обработки испытания образцов представлены в табл. 4.

Из результатов испытаний следует, что предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон термомодифицированной древесины ниже, чем натуральной древесины. Предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон в тангентальной плоскости термообработанной древесины при  $t = 185^\circ\text{C}$  ниже, чем при  $t = 165^\circ\text{C}$  на 33,8 % и составляет лишь 57,2 % от натуральной древесины.

Предел прочности древесины при скалывании вдоль волокон в радиальной плоскости термообработанной древесины при  $t = 185^\circ\text{C}$  ниже, чем при  $t = 165^\circ\text{C}$  на 100,1 % и составляет лишь 45,2% от натуральной древесины.

Статическая твердость древесины. Результаты обработки испытания образцов на статическую твердость представлены в табл. 5.

Из результатов испытаний следует, что статическая твердость термомодифицированной древесины ниже, чем у натуральной древесины. Статическая твердость древесины в тангентальном

направлении термообработанной древесины при  $t = 185^\circ\text{C}$  ниже, чем при  $t = 165^\circ\text{C}$  на 0,76 Н/мм<sup>2</sup>, а разность с натуральной древесиной в этом же направлении составляет 6,04 Н/мм<sup>2</sup>.

**Закключение.** В статье представлены результаты испытаний малых чистых образцов по основным физико-механическим показателям термомодифицированной древесины, полученной при повышенном давлении водяного пара и температуре  $165^\circ\text{C}$  и  $185^\circ\text{C}$ , и натуральной древесины. Проведено сравнение исследуемых показателей термомодифицированной и натуральной древесины.

На основании результатов проведенных испытаний и их сравнения можно сделать следующие выводы.

1. Механические свойства (предел прочности при статическом изгибе и скалывании вдоль волокон) значительно снижаются. Предел прочности при статическом изгибе натуральной древесины березы в 2,33 раза больше, чем у термомодифицированной древесины березы, обработанной при температуре  $185^\circ\text{C}$ . Предел прочности при скалывании вдоль волокон

(в радиальной плоскости) натуральной древесины в 2,21 раза больше, чем у термомодифицированной при  $t = 185^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, термомодифицированная древесина обработанная при температуре  $185^{\circ}\text{C}$  не может быть использована как конструкционный материал и может быть рекомендована только как отделочный.

2. Статическая твердость термомодифицированной древесины березы, обработанной при температуре  $185^{\circ}\text{C}$ , ниже, чем у натуральной древесины. Изменение твердости, в сторону ее снижения, как правило, приводит к уменьшению его износостойкости. Следовательно, изделия, изготовленные из термомодифицированной древесины, быстрее истираются и изнашиваются.

3. Линейное разбухание древесины после 6 ч. вымачивания термообработанной древесины меньше, чем у необработанной, что является положительным эффектом для термообработанной древесины. Наиболее полно данный показатель проявляется вне жилых помещений. В связи с чем термообработанная древесина в основном используется для пола веранд и дорожек.

#### Литература

1. Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1–84. Взамен 16483.1–73;

Введ. с 01.07.85 по 01.07.90. М.: Изд-во стандартов, 1999. 5 с.

2. Древесина. Метод определения разбухания: ГОСТ 16483.35–88. Взамен 16483.35–80; Введ. с 01.01.90 по 01.01.95. М.: Изд-во стандартов, 1999. 5 с.

3. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе: ГОСТ 16483.3–84. Взамен ГОСТ 16483.3–73; Введ. с 01.07.85 по 01.07.90. М.: Изд-во стандартов, 1999. 6 с.

4. Древесина. Методы определения предела прочности при скалывании вдоль волокон: ГОСТ 16483.5–73. Взамен ГОСТ 16483.5–70; Введ. с 01.07.74 по 01.07.79. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 6 с.

5. Древесина. Метод определения статической твердости: ГОСТ 16483.17–81. Взамен ГОСТ 16483.17–72; Введ. с 01.01.83 по 01.01.88. М.: Изд-во стандартов, 1999. 5 с.

6. Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям: ГОСТ 16483.0–89. Взамен ГОСТ 16483.0–78; Введ. с 01.07.90 по 01.07.95. М.: Изд-во стандартов, 1999. – 10 с.

7. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов: ГСССД 69-84. М.: Изд-во стандартов, 1985. 29 с.

*Поступила 28.02.2014*