

УДК 674.812

Т. В. Стукач, ассистент (БГТУ); **Д. Л. Рапинчук**, ассистент (БГТУ);
И. Г. Федосенко, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ)

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД, ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

В статье изложены результаты исследования эксплуатационных свойств древесины ясеня, сосны и ели, антисептированной ели, а также термомодифицированной древесины. Проведенные исследования показали, что в результате термомодификации древесины снижается водопоглощение и влагопоглощение на 20–50%, уменьшается усушка древесины и соответственно увеличивается ее формоустойчивость, снижаются прочностные свойства древесины: способность удерживать крепления поперек волокон снижается на 10–50%, вдоль волокон – 30–50%, прочность на скалывание вдоль волокон снижается на 20–50%.

The article presents the results of a study of operational properties of wood ash, pine and spruce, fir antiseptized and thermomodified wood. These researches has shown, that as a result of reduced thermomodifikation wood absorption water and water absorption by 20-50%, reduced shrinkage of the wood and thus increase its dimensional stability, reduced strength properties of wood: the ability of holding attachment across the fibers is reduced by 10-50%, along fiber - 30-50%, resistance to shearing along the fibers is reduced by 20-50%.

Введение. Древесина является натуральным, экологичным, возобновляемым материалом с широким спектром цветовой гаммы и текстуры. Она имеет невысокую объемную массу, высокую прочность, легко обрабатывается. Все это обусловило широкое распространение данного материала во всех отраслях промышленности и народного хозяйства.

При эксплуатации деревянные конструкции и элементы обшивки на открытом воздухе подвергаются постоянному воздействию разрушающих климатических и биологических факторов. К основным климатическим факторам относится ультрафиолетовое излучение, суточные и сезонные колебания температуры и влажности воздуха, воздействие атмосферных осадков, порывов ветра и т. д.

В последнее время для изготовления конструкций и элементов обшивки, эксплуатируемых на открытом воздухе, производители рекомендуют использовать термомодифицированную древесину (ТМД). Термомодификация древесины представляет собой специальную технологию термической обработки, предназначенную для придания ей дополнительной прочности, стабильности геометрических размеров, устойчивости к воздействию факторов внешней среды.

Основная часть. Различные породы древесины имеют разную стойкость по отношению к разрушающим воздействиям внешней среды, помимо этого, стойкость может варьироваться в пределах одной породы условий произрастания, а также в зависимости от расположения вырезки в сечении бревна.

Для изучения и сравнения эксплуатационных свойств древесины, применяемой для изго-

товления изделий, служащих в условиях атмосферной среды, были отобраны образцы наиболее распространенных в условиях Республики Беларусь хвойных пород сосны и ели, а также образцы ясеня.

В условиях эксплуатации на открытом воздухе незащищенная древесина быстро темнеет и подвергается воздействию биологических факторов (поражение грибами, насекомыми и микроорганизмами). Наиболее распространенными методами повышения стойкости древесины к внешним воздействиям является ее обработка защитными составами (антипиренами, антисептиками, красками, маслами и т. д.). В связи с этим для испытаний были отобраны образцы ели антисептированной, а также образцы вышеуказанных пород, термомодифицированные в паровоздушной среде при разных температурных режимах.

Древесина является гигроскопическим материалом, и в условиях переменной влажности воздуха и воздействия осадков влажность древесины, эксплуатируемой на открытом воздухе, колеблется в больших диапазонах, вызывая постоянное изменение линейных размеров и объема древесины. Эти колебания приводят к возникновению в древесине внутренних напряжений, ее растрескиванию, ослаблению элементов крепления и т. д.

Для определения гигроскопических свойств образцов древесины и их формоустойчивости были проведены испытания по определению водопоглощения (ГОСТ 21523.5–77) [1], влагопоглощения (ГОСТ 16483.19–72) [2], а также усушки в радиальном и тангенциальном направлении (ГОСТ 16483.37–88) [3], результаты которых отражены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний по исследованию гигроскопических свойств контрольных образцов сосны, ели, ясеня, ели антисептированной и термомодифицированной древесины

Образец	Равновесная влажность при $t = 18^{\circ}\text{C}$, $\phi = 65\%$	Влагопоглощение, %	Водопоглощение, %	Усушка, %, в направлении	
				радиальном	тангенциальном
Ясень					
Контрольный образец	6,2	33,11	118,94	5,5	9,5
ТМД при $t = 180^{\circ}\text{C}$	4,0	26,39	107,73	5,3	6,5
ТМД при $t = 200^{\circ}\text{C}$	2,8	20,63	74,86	3,7	5,1
ТМД при $t = 220^{\circ}\text{C}$	2,4	15,14	69,82	2,9	3,7
Ель					
Контрольный образец	7,7	48,97	204,46	4,6	5,9
ТМД	2,7	34,43	180,52	2,7	5,2
Антисептированная	7,9	15,06	155,07	4,1	5,7
Сосна					
Контрольный образец	7,8	36,05	91,14	6,2	6,0
ТМД при $t = 180^{\circ}\text{C}$	5,5	23,95	62,16	5,3	8,1

Из данных, приведенных в таблице, видно, что равновесная влажность контрольных образцов всех пород и антисептированной древесины при температуре 18°C и относительной влажности воздуха 65% примерно равна и составляет около $7-8\%$. Равновесная влажность древесины, термомодифицированной в паровоздушной среде при тех же условиях, значительно ниже и колеблется в пределах $2,5-4\%$, причем равновесная влажность тем ниже, чем выше температура, при которой проводилась модификация.

Та же тенденция изменения параметров наблюдается в данных по водопоглощению и влагопоглощению. При термомодификации древесины увеличивается и формоустойчивость образцов, т. е. снижаются усушка и разбухание древесины как в радиальном, так и в тангенциальном направлении.

Прочностные свойства древесины имеют большое значение при конструировании и изготовлении из нее готовой продукции. К таким свойствам относятся прочность при скалывании вдоль волокон, прочность при статическом изгибе, а также способность удерживать гвозди и другие металлические крепления.

Многие из перечисленных прочностных свойств зависят от плотности, влажности и анатомического строения древесины.

При изготовлении изделий из древесины и древесных материалов в качестве крепежных элементов широко используются шурупы. Для изучения способности контрольных образцов и образцов термомодифицированной древесины удерживать крепления были проведены испытания согласно ГОСТ 16483.33-77 [4].

Исследования показателей прочности при статическом изгибе проводились на малых об-

разцах, согласно методике [5]. Размеры образцов составляли 7×7 мм в сечении и 100 мм по длине. Помимо прочности древесины при статическом изгибе, определяли модуль упругости.

Исследования прочности древесины при скалывании вдоль волокон проводились согласно ГОСТ 16483.5-73 [6]. Результаты прочностных испытаний приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, способность древесины удерживать крепления при термомодификации снижается на $30-60\%$ как вдоль, так и поперек волокон, снижается и прочность при скалывании вдоль волокон на $20-50\%$ по отношению к контрольным образцам. Прочность термомодифицированной древесины при статическом изгибе снижается в меньшей степени (на $5-15\%$).

Выводы. В результате анализа данных, полученных при исследовании образцов древесины различных пород (сосны, ели и ясеня), антисептированной древесины и древесины, термомодифицированной в воздушной среде, установлены следующие закономерности.

1. Снижается водопоглощение и влагопоглощение в образцах сосны на 30% , ели – $15-30\%$, ясеня – $20-50\%$, уменьшается усушка древесины и соответственно увеличивается ее формоустойчивость. Разница между аналогичными показателями для контрольных образцов ели и ели антисептированной древесины незначительна.

2. Снижаются прочностные свойства древесины: способность удерживать крепления поперек волокон: для образцов сосны – на 50% , ели – на 10% , ясеня – на $13-30\%$, вдоль волокон: для образцов сосны – на 54% , ели – $5,6\%$, ясеня – $30-40\%$; прочность на скалывание вдоль волокон снижается на $20-50\%$.

Таблица 2

Результаты испытаний по исследованию прочностных показателей контрольных образцов сосны, ели, ясеня, ели антисептированной и термомодифицированной древесины

Образец	Влажность образцов, %	Удельное сопротивление древесины выдергиванию шурупов $P_{уд}$, МПа		Прочность древесины при скалывании вдоль волокон, σ , МПа	Прочность, при статическом изгибе, МПа		Модуль упругости, ГПа	
		поперек волокон	вдоль волокон		σ_w	σ_{12}	E_w	E_{12}
Ясень								
Контрольный образец	6,2	213,7	207,0	14,00	114,4	87,83	10,5	9,9
ТМД при $t = 180^\circ\text{C}$	4,0	185,8	142,0	10,69	130,6	88,83	13,0	12,0
ТМД при $t = 200^\circ\text{C}$	2,8	158,6	133,5	8,63	112,6	71,14	14,8	13,6
ТМД при $t = 220^\circ\text{C}$	2,4	154,1	129,5	7,58	97,0	60,13	14,0	12,8
Ель								
Контрольный образец	7,6	72,2	64,9	5,85	63,4	52,2	5,1	4,9
ТМД	2,7	64,0	60,0	3,52	73,6	61,3	7,4	7,1
Антисептированная	7,8	68,0	63,0	5,64	93,9	59,0	10,1	9,3
Сосна								
Контрольный образец	7,8	155,7	140,1	9,47	121,9	101,4	9,8	9,42
ТМД при $t = 180^\circ\text{C}$	5,5	74,2	64,2	4,49	100,8	74,2	9,8	9,21

Анализ результатов исследования свойств древесины, термомодифицированной в паровоздушной среде, показал, что, несмотря на улучшенные гигроскопические свойства, значительное снижение прочностных свойств ограничивает ее использование для изготовления конструкций и элементов, несущих значительные нагрузки.

Литература

1. Древесина модифицированная. Метод определения водопоглощения ГОСТ 21523.5-77. – Введ. 01.01.1978. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1977. – 12 с.
2. Древесина. Метод определения влагопоглощения: ГОСТ 16483.19–72. – Введ. 01.01.1974. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1974. – 10 с.

3. Древесина. Метод определения усушки: ГОСТ 16483.37–88. – Введ. 01.01.1990. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1990. – 7 с.

4. Древесина. Метод определения удельного сопротивления выдергиванию гвоздей и шурупов ГОСТ 16483.33–77. – Введ. 01.01.1978. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1978. – 15 с.

5. Федосенко, И. Г. Влияние размеров малых чистых образцов на показатели прочности древесины при статическом изгибе / И. Г. Федосенко // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. – С. 203–207.

6. Древесина. Методы определения предела прочности при скалывании вдоль волокон. ГОСТ 16483.5–73. – Введ. 01.01.1989. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1988. – 9 с.

Поступила 16.03.2012