

Федосенко И. Г. (БГТУ, г.Минск, Республика Беларусь), Ivan.fedosenko@mail.ru
Анализ состояния древесины, термически модифицированной в органических маслах.

Analysis of the status of wood thermally modified in organic oils.

В последние годы при изготовлении изделий предпочтение отдают синтетическим современным материалам, обладающими более выгодными свойствами чем природные. Т.к. древесина является природным материалом, то такое положение вещей отодвигает древесину на второй план. Однако современные синтетические материалы уступают древесине по некоторым характеристикам, например, дешевизне, экологическим и эстетическим качествам. Это заставляет человека окончательно не отказаться от нее и определяет отдельную область исследований – модификация древесины.

Древесину с улучшенными свойствами принято называть модифицированной. Чаще модификацию древесины осуществляют введением в ее структуру различных химических веществ, которые затем отверждаются или воздействуют на присутствующие в ней компоненты. Обработанную таким образом древесину трудно отнести к экологически чистым материалам. Вначале 30-х г.г. прошлого века немецкие ученые впервые озадачились уникальной особенностью древесины под действием высоких температур, приобретать новые свойства [1]. Современные ученые развили это направление и внедрили в производство новую технологию модификации в 90-е годы. При оценке влияния термической модификации на механические свойства древесины имеются некоторые разногласия. Так в некоторых источниках [2] утверждается, что на механические свойства древесины процедура термической модификации влияния не оказывает, за исключением некоторого снижения прочности при скалывании.

Термически модифицированную древесину используют в качестве облицовочных строительных материалов, столярно-строительных изделий, деталей мебели, сантехнического оборудования (ванны и раковины), для изготовления музыкальных инструментов и реставрационных работ. Но, пожалуй, самым популярным применением термически модифицированной древесины является настил полов, в т.ч. на открытом воздухе.

Для термической модификации в Европе преимущественно используют быстро растущие мягкие породы (88 %): ель, сосна, береза и осина. Твердые породы обладают лучшими эстетическими качествами, но снижают прочность при воздействии высоких температур в большей степени [1].

Процесс термической модификации древесины состоит из трех основных стадий:

- сушка в камере при температуре 130–150°C до абсолютно-сухого состояния;
- термообработка при повышенной до 180–240°C температуре в защитной среде (во избежание воспламенения);
- закаливание, т.е. снижение температуры до 80–90°C и кондиционирование древесины до оптимальной влажности 4–7 %.

В качестве защитной среды могут выступать: водяной пар, инертный газ, вакуум, органические масла или их комбинации. В зависимости от выбранной защитной среды, на сегодняшний момент, сформировались основные мировые технологии получения термически модифицированной древесины:

1. Финская технология «Thermowood», голландская «Plato» и французская «Le Bois Perdure» основаны на использовании в качестве защитной среды водяного пара. Эта среда является наиболее популярной.

2. Французская «Retification», основанная на использовании в качестве защитной среды инертных газов, в частности – азота.

3. Немецкая технология термической модификации в жидких органических веществах «Oil Heat Treated» (ОНТ), использует в качестве защитной среды различные растительные масла, например, льняное, подсолнечное, рапсовое и пр.

4. Эстонская технология термической модификации древесины в вакууме.

Анализ литературных источников показал, что самый длительный процесс получения термически модифицированной древесины – модификация в вакууме, а самый быстрый – в органических веществах. Преимуществом использования технологии термической модификации древесины в жидких средах, в отличие от газообразных, является отсутствие необходимости отвода газов, образующихся при разложении компонентов древесины.

На данный момент на рынке стран СНГ, в частности в российском сегменте, все чаще встречаются предложения по продаже домостроительных элементов частично или полностью изготовленных из термически модифицированной древесины. Тут возникает множество спорных моментов о соответствии прочности такой древесины особым требованиям к строительным материалам.

На основании вышесказанного, для исследований была использована технология получения термически модифицированной древесины, где в качестве защитной среды применено жидкое органическое вещество. В зависимости от различных режимов модификации, были исследованы свойства полученного материала.

Для испытаний выбрали древесину наиболее распространенных в Республике Беларусь деловых пород: сосну и березу. Сосна – хвойная порода, известная своей выраженной слоистой структурой. Береза – лиственная порода, имеющая однородную структуру.

В качестве защитной среды использовали органическое масло, которое при температуре 23 °С имеет вязкость 34 с по ВЗ-4 и плотность 923 кг/м³.

Обработку древесины проводили в три этапа. Первый этап – сушка. Образцы помещали в сушильный шкаф и высушивали до постоянной массы при температуре 103±2 °С. Второй этап – высокотемпературная обработка. Образцы сразу после сушки погружали в органическое масло, нагретое до заданной температуры, где выдерживали в течении времени, определенном режимом. Заключительный этап – охлаждение. После выдержки в масле образцы извлекали, охлаждали при комнатных условиях, помещали в эксикатор, где выдерживали в течении 14 суток до достижения древесиной равновесной влажности 7–9%.

Для высокотемпературной обработки (второй этап) использовали четыре режима:

режим 1. Выдержка в течении 1,5 часа при температуре 185 °С;

режим 2. Выдержка в течении 3 часа при температуре 185 °С;

режим 3. Выдержка в течении 1,5 часа при температуре 215 °С;

режим 4. Выдержка в течении 3 часа при температуре 215 °С.

После обработки древесина приобретает карамельный оттенок, изменяя свой цвет на более темный при увеличении температуры и времени обработки, что наглядно иллюстрирует рисунок 1.



Рисунок 1. Фотография образцов сосны после термической обработки

После кондиционирования до эксплуатационной влажности, на образцах термически модифицированной и контрольной древесины определяли следующие механические свойства: предел прочности при статическом изгибе [3]; условный предел прочности при статическом изгибе [4]; модуль упругости при статическом изгибе [4]; предел прочности при сжатии вдоль волокон (ГОСТ 16483.10-73); предел прочности при скалывании вдоль волокон (ГОСТ 16483.5-73). Были определены и физические свойства древесины: водопоглощение (ГОСТ 16483.20-72), влагопоглощение (ГОСТ 16483.19-72) и усушка (ГОСТ 16483.37-88).

Механические испытания проводили при помощи разрывных машин Р-5 и Р-05. Результаты этих испытаний представлены в таблицах 1 и 2. Показатели механических свойств в таблицах приведены в процентном отношении к аналогичным показателям для контрольной (необработанной) древесины.

Таблица 1 – Результаты определения механических свойств термически модифицированной древесины сосны

Свойства древесины	Режимы			
	I	II	III	IV
предел прочности при изгибе, %	71,58	47,98	43,22	43,03
условный предел прочности при изгибе, %	72,18	65,81	63,83	59,52
модуль упругости при изгибе, %	67,77	59,79	56,24	55,87
предел прочности при сжатии, %	99,87	92,21	85,77	84,05
предел прочности при скалывании, %	79,37	68,13	50,08	45,48

Таблица 2 – Результаты определения механических свойств термически модифицированной древесины березы

Свойства древесины	Режимы			
	I	II	III	IV
предел прочности при изгибе, %	68,50	64,68	56,95	51,72
условный предел прочности при изгибе, %	83,77	83,63	83,51	83,51
модуль упругости при изгибе, %	95,00	89,67	89,32	86,88
предел прочности при сжатии, %	99,97	99,38	86,29	83,17

Результаты определения влагопоглощения представлены диаграммами на рисунках 2 и 3, а водопоглощения – на рисунках 4 и 5.

Результаты определения усушки представлены таблицей 3.

Таблица 3 – Результаты определения максимально объемной усушки, % термически модифицированной древесины

Порода древесины	Контроль	Режимы			
		I	II	III	IV
Сосна	13,77	13,48	11,00	9,63	9,26
Береза	16,71	16,16	15,32	13,47	10,16

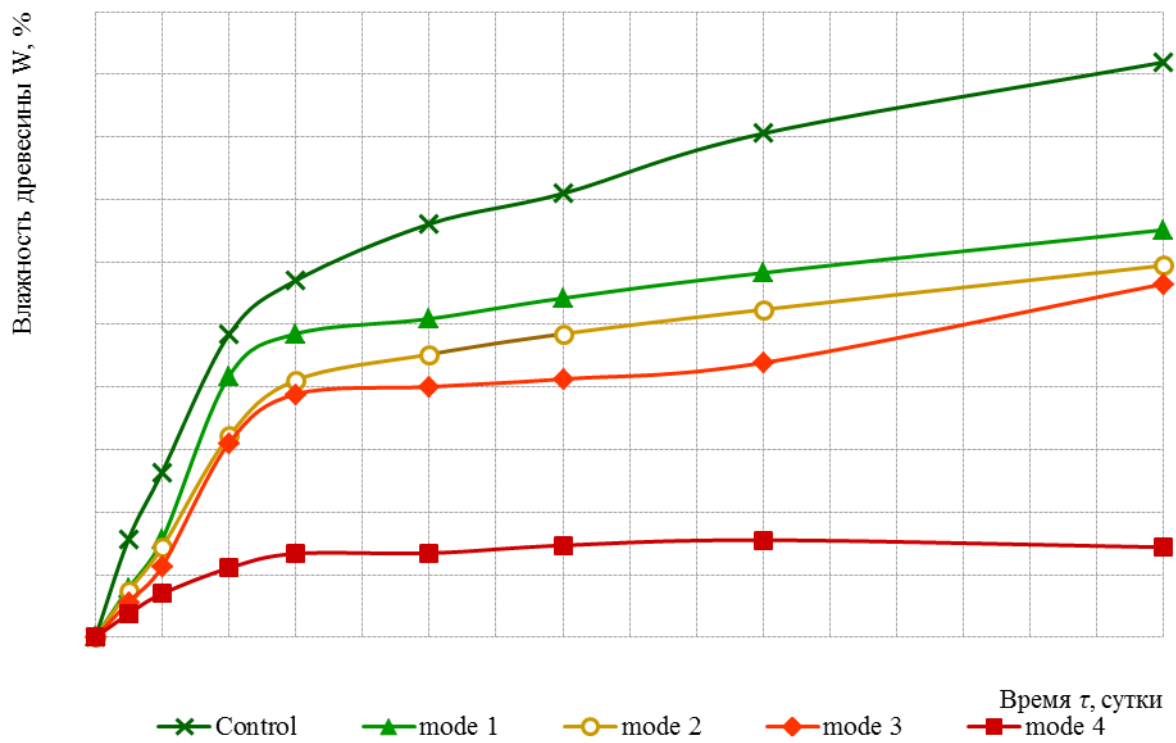


Рисунок 2 – Влагопоглощение термически обработанной древесины сосны

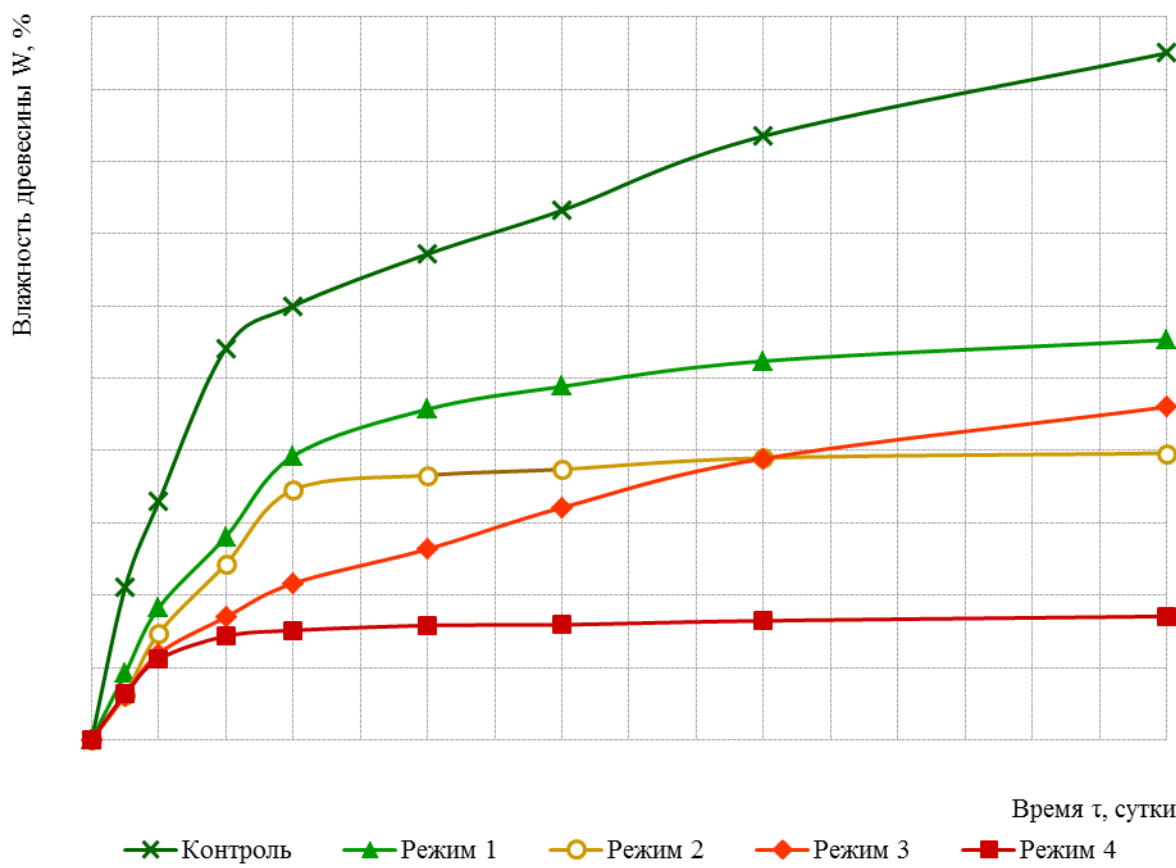


Рисунок 3 – Влагопоглощение термически обработанной древесины березы

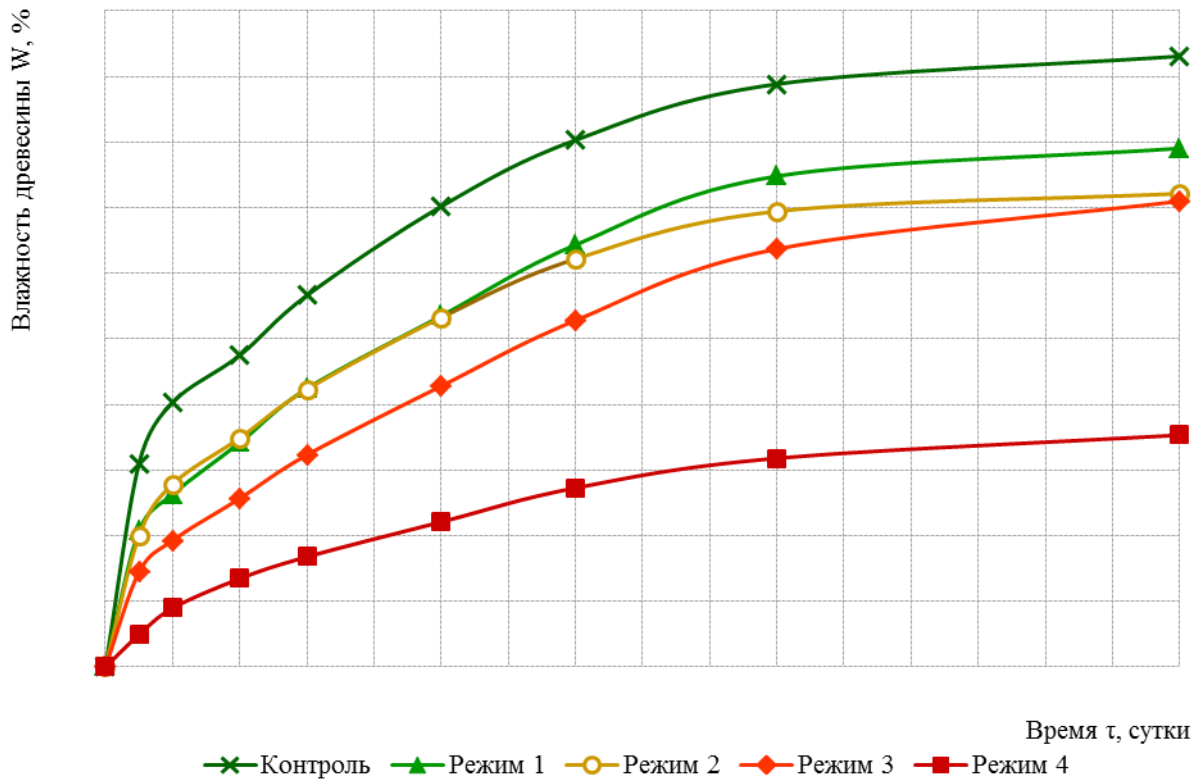


Рисунок 4 – Водопоглощение термически обработанной древесины сосны

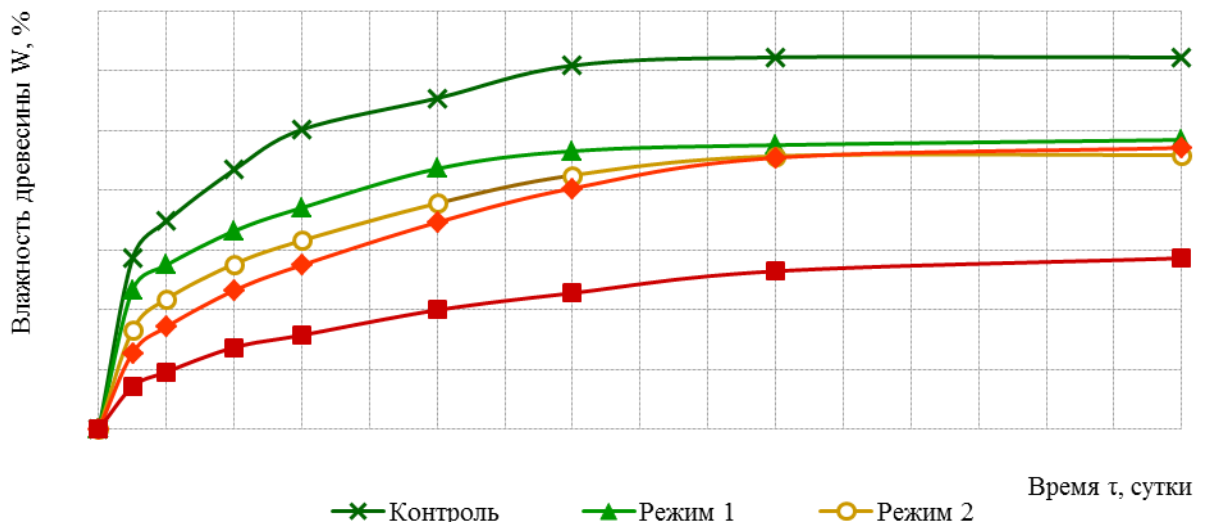


Рисунок 5 – Водопоглощение термически обработанной древесины березы

Анализируя полученные данные можно утверждать, что прочность термически модифицированной древесины при изгибе, сжатии и скалывании, а также модуль упругости при изгибе с увеличением температуры обработки снижается. Стоит отметить некоторые особенности: при температуре масла 215 °С прочность при изгибе сосны практически не зависит от времени выдержки; при высокотемпературной обработке береза снижает свои эластичные свойства примерно на 10–16 % уже при полуторачасовой выдержке с температурой 185 °С, но при повышении температуры и времени обработки, упругие свойства древесины этой породы уже практически не меняются, о чем свидетельствует постоянство условного предела прочности и модуля упругости при изгибе. Прочность при сжатии слабо зависит от температуры и времени термической обработки при значении температуры равном 185 °С, но при повышении последней до 215 °С прочность снижается до 17 %.

Интенсивный рост поглощения влаги из воздуха заканчивается примерно через 6 суток. По истечении 32 суток темпы роста этого параметра низки, однако поглощение продолжается для всех режимов, кроме 4-го, образцы, обработанные по которому, уже после 6 суток влагу не набирают. В этом случае максимальное влагопоглощение оказывается сниженным для сосны на 83,1 % и для березы – на 82,0 %. При этом, отметим, что поглощение влаги древесиной березы более существенно изменяется при термической ее модификации даже при температуре 185 °С.

Поглощение воды термически модифицированной древесиной происходит интенсивно в первые 20 суток, далее рост водопоглощения сильно замедляется и к 32 суткам этот показатель достигает 62 и 54,1 % для сосны и березы соответственно.

Максимальная объемна усушка модифицированной древесины сосны по 4-му режиму снизилась по сравнению с контрольной на 32,8 %, а березы – на 39,2 %. Причем, для сосны при обработке маслами с температурой 215 °С время этого процесса оказывает незначительное влияние. Для березы незначительное влияние времени обработки наблюдается лишь при температуре масла 185 °С, а при 215 °С время имеет решающее значение.

Таким образом, несмотря на улучшенные физические свойства, термически модифицированная древесина имеет пониженные механические свойства, что ограничивает ее использование в строительстве в качестве несущих конструкций. К тому же, различная усушка термически модифицированной и немодифицированной древесины не позволяет использовать их вместе для получения клееных материалов. На основе вышесказанного, термически модифицированную древесину целесообразно применять в условиях пониженных механических нагрузок или при их отсутствии, а также для эксплуатации в условиях повышенной влажности.

Литература

1. Налимов, Н. Термодревесина / Н. Налимов // Леспроминформ. – 2008. – Вып. 9 (58). – С. 150–155.
2. Термодерево: свойства и применение / аналитическое агентство Research. Techart // Ваш дом [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://www.vashdom.ru/articles/research_30.htm. – Дата доступа: 15.03.2012.
3. Методика определения прочности древесины при статическом изгибе: МВИ, МН 3981–2011 (БелГИМ). – Минск, 2011. – 19 с
4. Федосенко, И. Г. Способы оценки механических свойств древесины в условиях ограниченного количества материала / И. Г. Федосенко // Труды БГТУ. Сер. II, Лес-ная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 176–179.