

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОСТОЙКОСТИ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Ключевые слова: биостойкость, древесина, термомодифицирование.

В статье приведены результаты исследования древесины березы и сосны, термомодифицированной контактным методом, конвективным и в гидрофобных жидкостях при температурах 180, 200, 220 и 240 °С, на биостойкость и размеростабильность, представлены результаты микросъемки изменения структуры термомодифицированной древесины при разных режимах обработки.

Keywords: biostability, wood, thermomodifying.

The article presents the results of a study of birch and pine, thermomodified contact method, convective and hydrophobic liquids at temperatures of 180, 200, 220 and 240 °C to biostability and dimensionally, the results of changing the structure of microfilming thermomodified wood under different processing conditions.

Введение

Современная деревоперерабатывающая промышленность предлагает широкий выбор перспективных материалов, отличающихся от традиционной древесины меньшей анизотропией, повышенной биостойкостью, более широкой цветовой гаммой и т.д. Однако улучшение одних эксплуатационных характеристик, как правило, ведет к снижению других. Одним из таких материалов является термомодифицированная древесина, широко применяемая в качестве палубного настила, производстве оконных и дверных блоков. Ведущие производители в данной области отмечают значительное улучшение биостойкости термодревесины, однако отсутствуют четкие рекомендации по выбору режимных параметров термообработки для достижения требуемой степени стойкости.

В связи с выше сказанным, целью работы было провести экспериментальное исследование образцов сосны и березы, термомодифицированных контактным, конвективным способами и в гидрофобных жидкостях при температурах 180, 200, 220 и 240 °С, на биостойкость и размеростабильность. Были проведены три эксперимента:

1. исследование стойкости термомодифицированных образцов березы и сосны к биоразрушению в грунте;
2. исследование стойкости термомодифицированных образцов березы и сосны к плесневелым грибам;
3. определение радиального, тангенциального и объемного коэффициентов разбухания.

Технология термомодифицирования древесины

Для оценки биостойкости были использованы образцы березы и сосны, термомодифицированные различными способами: в гидрофобных жидкостях; контактным методом и конвективным.

Процесс термомодифицирования древесины в гидрофобных жидкостях происходит в температурном диапазоне 180–240 °С в зависимости от требуемой степени обработки. Для охлаждения древесины до 120–130 °С применяют стадии вакуумирования и пропаривания, предотвращающие самопроизвольное возгорание древесины, а также позволяющие снять внутренние напряжения в материале и снизить запах жженой термодревесины в процессе дальнейшей ее эксплуатации. Подробно данная технология представлена в статьях Беляковой Е.А., Сафина Р.Р., Разумова Е.Ю. и др. [1–10].

Термомодифицирование образцов вторым методом осуществляется в результате контакта древесины с нагретой поверхностью и выдержкой при заданных температурах и времени. После завершения стадии термообработки материал охлаждают. При конвективном способе модификация образцов осуществляется в защитной атмосфере водяного пара. Подробно данные технологии представлены в статьях Беляковой Е.А., Сафина Р.Р., Разумова Е.Ю. и др. [11–19].

Исследование стойкости термомодифицированных образцов березы и сосны к биоразрушению в грунте

В ходе проведения экспериментов были проведены исследования необработанных и термомодифицированных (контактным, конвективным методами и в гидрофобных жидкостях) образцов древесины березы и сосны при температурах обработки – 180, 200, 220, 240 °С на стойкость к биоразрушению в грунте.

Методика проведения эксперимента:

1. образцы древесины (размеры 50х30х20 мм) погружают в воду на 24 часа для выравнивания влажности различных образцов и создания благоприятных начальных условий для гнилостных грибов;

2. затем образцы взвешивают и заглубляют во влажный грунт, содержащий грибы, характерные для местности использования древесных изделий;

3. после выдержки в течение 10 суток в грунте, образцы снова взвешивают и определяют скорость влагопоглощения, как отношение разности масс ко времени выдержки, а образцы снова заглубляют в грунт;

4. по истечении 60 суток, образцы взвешивают и сушат естественным образом в течение 10 суток, после чего определяют скорость сушки как отношение разности масс к продолжительности сушки и скорость влагопоглощения.

Процессы разрушения древесины и накопления влаги в структуре неразрывно связаны друг с другом. Накопление влаги в верхних слоях древесины приводит к развитию процессов гниения, вызванных дереворазрушающими грибами и другими вредоносными микроорганизмами. Чем дольше древесина подвергается влиянию данного фактора, тем глубже происходит разрушение структуры породы, следовательно, чем больше влаги может впитать древесина, тем глубже будут проходить деструктивные процессы, и тем больше будет потеря массы образца с течением времени.

Результаты данного эксперимента (рис. 1) показали, что образцы обработанные конвективным способом показали лучшие результаты, чем образцы обработанные в глицерине и контактным методом. При этом, образцы модифицированные при температурах 240 °С обладают наименьшей скоростью влагопоглощения, что свидетельствует о том, что обработанные образцы менее подвержены дереворазрушающим процессам.

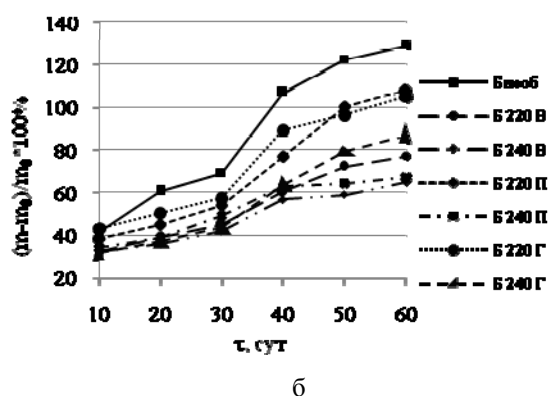
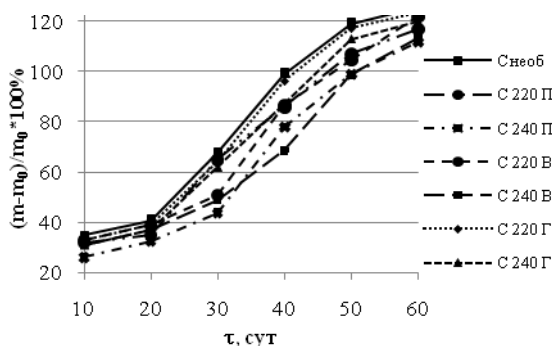


Рис. 1 – Сравнение изменений массы образцов сосны (а) и березы (б), модифицированных контактным (П), конвективным (В) методами и в глицерине (Г)

Испытание термомодифицированных образцов сосны и березы на стойкость к плесневым грибам

В ходе проведения экспериментов были проведены исследования необработанных образцов древесины березы и сосны и термомодифицированных (контактным, конвективным методами и в гидрофобных жидкостях) при температурах обработки – 180, 200, 220, 240 °С на стойкость к плесневым грибам. Для испытания изделий применяли следующий вид грибов – *Trichoderma*.

Методика проведения эксперимента:

1. готовят посуду, среды (Чапека-Докса с агаром), чашки Петри в соответствии с приложениями 2, 3, 5 ГОСТа 9.048-89 [20];

2. среду Чапека-Докса с агаром разливают по чашкам Петри, готовят суспензию спор грибов в воде и одновременно проводят контроль жизнеспособности спор грибов;

3. в чашки Петри с застывшей питательной средой размещают по два образца древесины (размеры 40x20x3 мм), затем образцы заражают водной суспензией спор грибов, суспензию наносят равномерно с помощью пульверизатора, не допуская слияния капель;

4. чашки с образцами помещают в эксикатор; испытания проводят при температуре (29 ± 2) °С и относительной влажности более 90 %. За начало испытаний принимают время получения заданного режима. Продолжительность испытаний 28 сут;

5. в камере или эксикаторе не допускаются конденсация влаги, принудительная вентиляция воздуха и воздействие прямого естественного или искусственного освещения;

6. в процессе испытаний каждые 7 сут. крышки эксикаторов приоткрывают на 3 мин для доступа воздуха;

7. контрольные чашки Петри осматривают через 5 сут., если на питательной среде не наблюдается развития грибов, то они считаются нежизнеспособными;

8. после испытаний образцы испытательной и контрольной выборок извлекают из эксикатора и осматривают при освещенности 200 - 300 лк невооруженным глазом, затем под микроскопом и оценивают грибостойкость каждой детали изделия по интенсивности развития по шести балльной шкале (от 0 до 5). Результаты испытаний приведены на рис. 2.

Эксперимент показал отсутствие эффективности термообработки для повышения стойкости к плесневым грибам. Уже по истечению 7 дней все образцы были покрыты мицелием плесневых грибов (более 25%), т.е. грибостойкость всех образцов достигла 5 баллов. Это можно объяснить высокой способностью плесневых грибов к существованию на любых поверхностях, содержащих в своем составе целлюлозу и лигнин. Соответственно, для увеличения срока службы изделий, изготовленных из термомодифици-

рованной древесины, как и необработанной, целесообразно применение соответствующих фунгицидных препаратов.

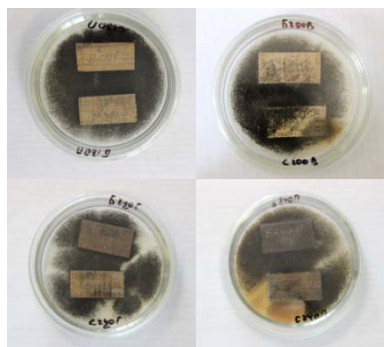


Рис. 2 – Испытание термомодифицированных образцов сосны и березы на стойкость к плесневелым грибам

Определение радиального, тангенциального и объемного разбухания

Определение радиального, тангенциального и объемного разбухания провели согласно ГОСТ 16483.35-88 [21] используя оборудование и процедуру (в обратной последовательности), применяемые для определения усушки. Для этого использовали образцы в виде четырехгранных прямоугольных призм с основаниями 20х20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм. Влажность образцов соответственно термомодифицированной древесины 6 %, высушенной древесины - 12 %, что ниже предела насыщения клеточных стенок, поэтому образцы вымачивали в дистиллированной воде при $t = 20 \pm 5^\circ \text{C}$. Через каждые 3 суток измеряли соответствующие размеры у образцов. После того как расхождение между результатами двух последних измерений оказалось менее 0,02 мм, образцы осушили фильтровальной бумагой и определили их окончательные поперечные размеры по серединам радиальных и тангенциальных поверхностей с погрешностью не более 0,01 мм. Таким образом установили исходный размер a_{max} для определения тангенциальной и радиальной линейной усушки.

Затем образцы подсушили в течении 2 суток для исключения растрескивания, далее сушили в сушильном шкафу до постоянных размеров, постепенно поднимая температуру до $103 \pm 2^\circ \text{C}$. Через каждый час измеряли размеры образцов, пока разница между двумя последними измерениями не стала 0,02 мм.

По результатам измерений определили коэффициент разбухания каждого образца с точностью 0,1%. По результатам проведенных испытаний были построены графики (табл. 1).

На данных графиках представлены изменения коэффициентов разбухания древесины березы и сосны. Из чего следует, что с увеличением температуры модифицирования древесины коэффициент разбухания уменьшается. Это связано с тем, что в указанном температурном интервале

происходит стремительное разложение гемицеллюлозы и экстрактивных веществ.

Таблица 1 – Изменение коэффициента разбухания древесины (объемного K_{av} , тангенциального K_{at} , радиального K_{ar})

Коэф- фициент разбухания	Температура обработки, °C				
	103	180	200	220	240
Сосна					
K_{av}	0,51	0,31	0,22	0,13	0,12
K_{at}	0,31	0,19	0,10	0,07	0,06
K_{ar}	0,18	0,10	0,05	0,04	0,03
Береза					
K_{av}	0,65	0,58	0,45	0,18	0,17
K_{at}	0,34	0,30	0,21	0,10	0,09
K_{ar}	0,29	0,25	0,16	0,04	0,03

На основании полученных данных можно сделать вывод, что коэффициент разбухания тесно связан со значением температуры модифицирования. Следовательно, термомодифицированную древесину можно использовать в местах повышенной влажности.

Микростроение термомодифицированной древесины

В дополнение к экспериментальным исследованиям была произведена микросъемка на электронном микроскопе образцов березы, модифицированных конвективным способом (рис. 3).

На снимках хорошо просматривается направление волокон, их размеры, форма и микроструктура. Благодаря сделанным снимкам можно сделать вывод, что с увеличением температуры обработки структура древесины становится более равномерной и упорядоченной. Вследствие этого термомодифицированная древесина обладает меньшей влаго- и водостойкостью и большей биостойкостью.

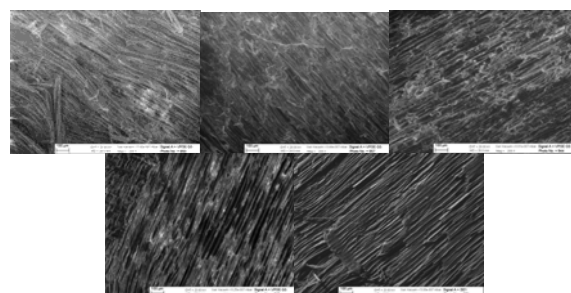


Рис. 3 – Микросъемка образцов березы, модифицированных конвективным методом при температуре 180, 200, 220, 240 °C

Закключение

По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что:

- термомодифицирование древесины, как хвойных так и лиственных пород, улучшает показатели размеростабильности материала;
- образцы обработанные конвективным методом показали результаты лучше по стойкости к биоразрушающим грибам, чем образцы

обработанные в гидрофобных жидкостях и контактным методом;

– образцы, термомодифицированные при температурах 240°C, меньше остальных меняют массу, что свидетельствует о том, что обработанные образцы менее подвержены дереворазрушающим процессам;

– термомодифицирование незначительно влияет на стойкость древесины к плесневым грибам.

Следовательно, термомодифицированную древесину не рекомендуется применять в условиях прямого контакта с почвой, но ее можно использовать для производства дверей, окон, т.е. изделий, находящихся в среде с часто изменяющейся влажностью.

Литература

1. Белякова, Е.А. Исследование процесса термомодифицирования древесины в жидкостях / Е.А. Белякова, Т.А. Бодылевская // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2012. – №2. – С.29-32.
2. Белякова, Е.А. Разработка методики классификации термомодифицированной древесины с помощью цветовой гаммы / Е.А. Белякова, Р.Р. Сафин, Т.А. Бодылевская // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2013. – №1. – С.30-34.
3. Белякова, Е.А. Термомодифицирование твердых пород древесины в жидкостях [Текст]: Дис. канд. техн. наук. / Е.А. Белякова. – Казань, – 2012. – 138 с.
4. Сафин, Р.Р. Имитация древесины мореного дуба термомодифицированием / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов, Е.А. Белякова // *Дизайн. Материалы. Технология*. – 2010. – №3. – С.95-98.
5. Сафин, Р.Р. Разработка технологии и аппаратного оформления термомодифицирования древесины в жидкостях / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова, Р.А. Халитов, Е.И. Байгильдеева // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2012. Т. 15.- №3. – С.131-133.
6. Сафин, Р.Р. Разработка новой технологии получения термодревеси / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова, Е.Ю. Разумов // *Вестник Казанского технологического университета*. Казань. – 2011. – №1. – С.157-162.
7. Сафин, Р.Р. Усовершенствование технологии термомодифицирования древесины ВIKOS-TMT / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2012. Т. 15.- №13. – С.134-136.
8. Сафин, Р.Р. Экспериментальные исследования термомодифицирования древесины в гидрофобных жидкостях / Р.Р. Сафин, Е.А. Белякова // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2011. – №12. – С.241-245.
9. Пат 2453426 RU, МПК В27К5/04 Способ морения древесины и устройство для его реализации / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО
- «КГТУ». – № 2010154564/03; заявл. 30.12.2010; опубл. 20.06.2012 Бюл. № 17.
10. Зиатдинова, Д.Ф. Термомодификация древесных материалов / Д.Ф. Зиатдинова, Д.А. Ахметова, А.Л. Тимербаева, А.Р. Хабибуллина // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2014. Т. 17.- №8. – С.94-96.
11. Сафин, Р.Р. Вакуумно-конвективное термомодифицирование древесины в среде перегретого пара / Р.Р. Сафин, Р.Г. Сафин, А.Р. Шайхутдинова // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2011. – №6. – С.93-99.
12. Сафин, Р.Р. Исследование термомодифицирования древесины сосны в условиях вакуумно-кондуктивных аппаратов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Д.А. Ахметова // *Дизайн и производство мебели*. – 2008. – № 2. – С. 36-39.
13. Сафин, Р.Р. Промышленная установка по термомодифицированию пиломатериалов в среде топочных газов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов // *Вестник Казанского технологического университета*. Казань. – 2013. Т. 16 - № 19. – С. 122-124.
14. Сафин, Р.Р. Разработка энергосберегающей технологии термомодифицирования древесины / Р.Р. Сафин, Н.Ф. Кашапов, А.В. Канарский, Е.Ю. Разумов, Д.А. Ахметова // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. – 2009. – № 3-4. – С. 104-110.
15. Сафин, Р.Р. Термомодифицирование древесины в среде топочных газов / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // *Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник*. Москва. – 2010. – № 4. – С. 95-98.
16. Сафин, Р.Р. Энергосберегающая установка для сушки и термической обработки древесины / Р.Р. Сафин, Е.Ю. Разумов, Н.А. Оладышкина // *Вест. казан. гос. техн. ун-та*. – 2010. – №9. – С.542-546.
17. Safin, R.R., R.R. Khasanshin, A.R. Shaikhutdinova, A.V. Safina, 2014. Research of Heating Rate While Termomodification of Wood. *World Applied Sciences Journal*, 30 (11): 1618-1621.
18. Razumov, E., R.R. Safin, R.R. Khasanshin, 2012. Researches of thermal treatment process of wood in liquids. *Management and sustainable development*, 2 (33): 148-151.
19. Пат 2453425 RU, МПК В27К3/02 Способ термообработки древесины / Р.Р. Сафин и др.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «КГТУ». – № 2011101723/13; заявл. 18.01.2011; опубл. 20.06.2012 Бюл. № 17.
20. ГОСТ 9.048-89. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов [Текст]. – Взамен ГОСТ 9.048-75; введ. 01.07.1991. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.
21. ГОСТ 16483.35-88 Древесина. Метод определения разбухания. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.

© Т. А. Бодылевская – магистрант каф. АрД, КНИТУ, archiwood@mail.ru; К. А. Бодылевский – магистрант каф. АрД, КНИТУ, archiwood@mail.ru; В. А. Сьемщиков – студент каф. АрД, КНИТУ.

© Т. А. Bodilevskaya – Master student Dep. ARD, KNRTU, archiwood@mail.ru; К. А. Bodilevsky – Master student Dep. ARD, KNRTU, archiwood@mail.ru; V. A. Semschikov – Master student Dep. ARD, KNRTU.