

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 контактными, конвективными 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 плесневым 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; контактными 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 (контактными, конвективными 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 50x30x20 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. а б 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 плесневелым 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 плесневелым 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)

°C 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 бальной 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 термомодифицированной древесины, как и необработанной, целесообразно применение соответствующих фунгицидных препаратов.

Рис. 2 - Испытание термомодифицированных образцов сосны и березы на стойкость к плесневым 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 20x20 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 $a_{\text{мах}}$ 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

Заключение 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