

Н. В. Мазаник, Д. П. Бабич

(БГТУ, г. Минск, РБ) vileishikovan@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ **EFFECT OF HEAT TREATMENT ON WOOD PROPERTIES**

Исследовано влияние высокотемпературной обработки древесины в среде насыщенного пара на ее химический состав и стойкость к биологическому повреждению. Приведены результаты испытаний биостойкости термодревесины по отношению к различным видам деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов.

The effect of high temperature treatment of wood in saturated steam environment on its chemical composition and resistance to biological damage is investigated. The results of testing of the biological stability of thermowood against different types of wood-coloring and wood-destroying fungi are given.

Одним из наиболее перспективных направлений в модификации свойств древесины, завоевавшим популярность в последние десятилетия, стала термическая обработка при температурах в диапазоне 150–240°C. Древесина, обработанная таким способом получила название «термодревесины» и в настоящее время активно предлагается на рынках строительных и отделочных материалов в качестве альтернативы продукции, прошедшей химическую обработку. Известные на текущий момент технологии термостабилизации отличаются между собой в первую очередь видом среды, которая используется для защиты материала от воспламенения и для передачи ему тепла. В качестве обрабатывающего агента могут выступать водяной пар, инертный газ или масло.

Ввиду того, что оборудование, используемое для термомодификации, является относительно дорогостоящим и требует высокой квалификации при эксплуатации, а отработанные технологии, такие как Thermowood, Bois Perdure, Plato, Retification запатентованы, производство термообработанной древесины не получило широкого распространения на отечественных деревообрабатывающих предприятиях. Тем не менее, некоторые отечественные производители производят продукт-аналог по собственной, упрощенной технологии. Данные процессы основаны, как правило, на одностадийной автоклавной обработке древесины в среде насыщенного пара при температуре 180–200°C. Свойства получаемого при этом продукта остаются малоизученными. Задачей описываемого исследования являлось изучение изменений, происходящих в химическом составе древесины при высокотемпературной обработке в паровой среде, а также определение степени их влияния на стойкость древесины по отношению к агентам биологического поражения.

Для получения данных об изменениях химического состава возможны несколько вариантов проведения исследования. Химические методы анализа древесины затруднены вследствие высокой лабильности ее компонентов (особенно лигнина и ГМЦ), а также наличие различных химических связей между ними. Поэтому одними из перспективных методов изучения полимерных многокомпонентных систем является методы ИК-спектроскопии и рамановской спектроскопии, позволяющие, благодаря своей чувствительности и экспрессности, изучать растительные материалы, не прибегая к жестким химическим и физическим воздействиям.

В качестве исследуемого материала выступали образцы сосны, обработанные в среде насыщенного пара при температуре 180, 190 и 200°C. Продолжительность выдержки составляла 4 ч. На рис. 1 приведены результаты рамановской спектроскопии для образцов термодревесины в сравнении с древесиной сосны, не прошедшей высокотемпературной обработки, но высушенной камерным способом до влажности 8% по режиму сушки 4-М (максимальная температура сушильного агента в камере не превышала 75°C).

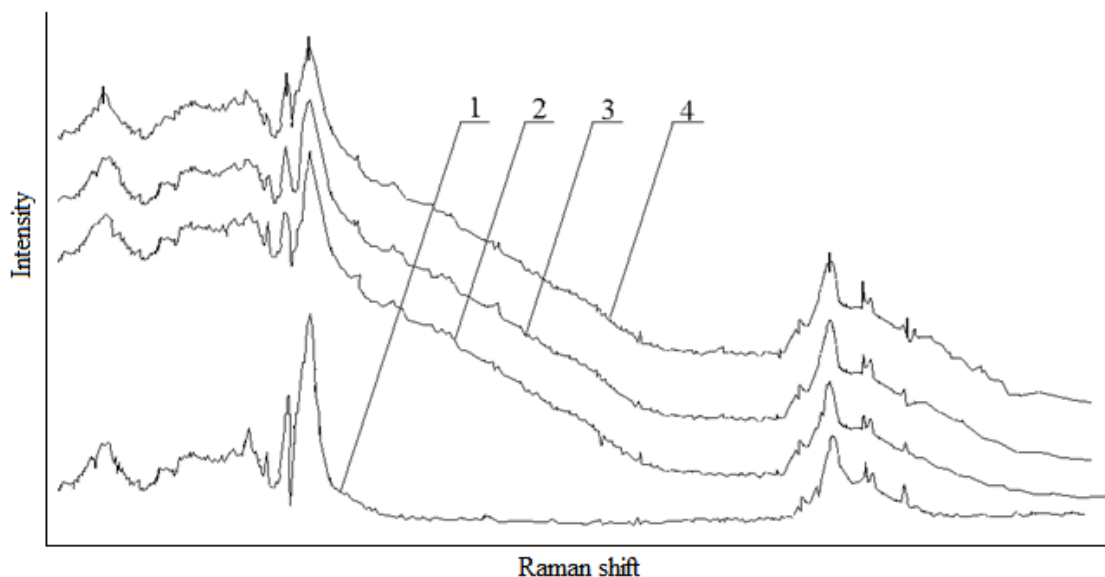


Рис. 1. Результаты спектроскопии

1 – древесина без высокотемпературной обработки; 2 – термодревесина, обработанная при температуре 180°C; 3 – термодревесина, обработанная при температуре 190°C; 4 – термодревесина, обработанная при температуре 200°C

Анализ полученных спектров показал, что изменения в химическом составе древесины после проведения паромодификации выражены тем значительнее, чем более высокой была температура обработки. Наиболее выраженными являются изменения в откликах на частотах, соответствующих гемицеллюлозам и лигнину. Частичная деградация лигнина в процессе высокотемпературной обработки обуславливает снижение прочности и одновременное повышение формоустойчивости термодревесины по сравнению с древесиной необработанной. Данное ухудшение физико-механических свойств приводит к ограничению использования термообработанной древесины в качестве строительного материала.

Как известно, древесина, как природный материал, подвержена воздействию различных биологических организмов. В частности, она является питательной средой для плесневых, деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов. Однако подтвержденный факт изменения химического состава древесины при паростабилизации позволяет сделать предположение об улучшении биостойкости термодревесины в сравнении с древесиной необработанной.

Исследования стойкости древесины к плесневым и деревоокрашивающим грибам проводились в соответствии с оригинальной методикой, разработанной в Научно-исследовательской лаборатории огнезащиты строительных конструкций и материалов Белорусского государственного технологического университета. В качестве тест-культур были использованы следующие виды грибов: *Alternaria humicola*, *Alternaria tenuis*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus ustus*, *Bispora monilioides*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium javanicum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium scirpi*, *Hormiscium antiquum*, *Oidiodendron griseum*, *Penicillium bifforme*, *Penicillium commune*, *Penicillium cyclopium*, *Penicillium divergens*, *Penicillium purpurogenum*, *Penicillium solitum*, *Phialophora fastigiata*, *Rhinochlaidiella atrovirens*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, *Verticillium glaucum*. Сущность метода определения биостойкости состоит в измерении ширины зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образцах древесины. Метод основан на ингибировании роста тест-культур грибов в результате обработки образцов тем или иным способом, повышаю-

щим биостойкость, в результате чего ширина зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образце древесины обратно пропорциональна эффективности защитной обработки.

Процедура проведения испытания выглядит следующим образом. Расплавленную питательную среду (сусло-агар) разливают в бактериологические пробирки на 1/3 часть их объема с соблюдением правил асептики и дают застыть с образованием скошенной поверхности. В асептических условиях агаризованную поверхность с помощью бактериологической петли засевают штрихом чистой тестовой культурой гриба. Посевы инкубируют 5 суток при температуре $(26 \pm 0,7)^\circ\text{C}$. В пробирку с накопленной биомассой гриба стерильной пипеткой вносят 1 мл сусло-бульона и тщательно диспергируют. Пробирку закрывают стерильной пробкой, после чего ее встряхивают до образования гомогенной суспензии. Допускается использование суспензии в данном виде, однако лучший эффект дает суспензия, которую подрачивают с аэрацией в течение 2 суток, после чего нити мицелия гриба разбивают интенсивным встряхиванием. В стерильную чашку Петри заливают 30 мл расплавленного сусло-агара и подсушивают поверхность среды под стерильными бумажными фильтрами в течение 30 мин при комнатной температуре. После этого на поверхность среды наносят 0,8 мл мицелиальной суспензии и тщательно распределяют с помощью стерильного шпателя. Посевы инкубируют при температуре $(26 \pm 0,7)^\circ\text{C}$ до образования равномерного газона гриба. Агаровые блоки вырезают из сусло-агаровой среды, покрытой газоном мицелия гриба с помощью стерильного пробочного сверла диаметром 10 мм, строго соблюдая правила асептики. При использовании в качестве тест-культуры анаморфного гриба агаровые блоки вырезают из газона до начала спорообразования во избежание рассеивания спор по поверхности образца. Далее в стерильные чашки Петри заливают по 20 мл агаризованной минеральной среды. После того как среда застынет, на ее поверхность помещают образцы древесины. Предварительно вырезанные с помощью пробочного сверла агаровые блоки переносят в центр испытываемого образца древесины, причем блок располагают ростом вниз. Обязательным условием является одновременная инокуляция блоками образцов, как термообработанных, так и контрольных. Полученные таким образом пробы инкубируют при температуре $(23 \pm 0,7)^\circ\text{C}$ до тех пор, пока мицелий гриба на контрольном образце не достигнет границы шпона. После этого испытание считается оконченным и производится обработка результатов эксперимента. Для определения ширины зоны обрастания блока мицелием применяется измерительный шаблон. Величина ширины зоны обрастания на одном образце древесины является средним арифметическим 6-ти измерений. Принцип измерения ширины зоны обрастания блока мицелием гриба показан на рис. 2.

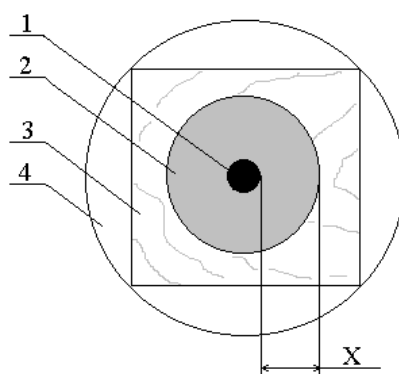


Рис. 2. Принцип измерения ширины зоны обрастания блока мицелием гриба
1 – агаровый блок; 2 – зона обрастания блока мицелием; 3 – образец древесины (шпон);

4 – агаризованная минеральная среда в чашке Петри

Основным преимуществом описанного метода по сравнению с известными аналогами является абсолютно одинаковое количество посевного материала (инокулята), наносимого на образцы древесины в виде равномерного «газона» мицелиальной культуры на агаровом блоке. Все взятые в испытании агаровые блоки имеют одинаковый диаметр. Кроме того, фаза роста культуры также одинакова для всех агаровых блоков.

Результаты испытания образцов термодревесины, обработанных при температуре 190°C, показали, что ширина зоны разрастания тест-культур плесневых и дереворазрушающих грибов уменьшается, в зависимости от вида гриба, на 84-100%.

Данные высокие результаты были подтверждены при испытании биостойкости образцов термодревесины методом, основанным на ГОСТ 30028.4-2006 (рис. 3). Было выявлено, что образцы необработанной древесины имели среднюю площадь обрастания 98,4 %, в то время как образцы термодревесины имели среднюю площадь обрастания тест-культурами 4,3 %.



Рис. 3. Образцы термодревесины и контрольные образцы после проведения испытания на биостойкость по ГОСТ 30028.4-2006

Нами также были проведены исследования биостойкости термодревесины по отношению к дереворазрушающему грибу *Coniophora puteana* методом, основанным на ГОСТ 16712-95. Тест-культура гриба культивировалась на питательной среде на основе верхнего слоя лесной почвы. Оценка биостойкости проводилась по потере массы древесных образцов после их выдержки на чистой культуре гриба в течение 2 месяцев. Потерю массы образцов термодревесины, обработанной при температуре 190°C, сравнивали с потерей массы контрольных сосновых образцов. Эксперимент показал, что термообработка действительно позволяет снизить потерю массы образцами, однако это уменьшение не превышает 16%, что не является достаточным для обеспечения полной защиты древесины от гниения, вызванного действием целлюлозуразрушающих грибов.

Подводя итоги проведенного исследования, может быть сделан вывод о неоднозначном влиянии высокотемпературной обработки в среде насыщенного пара на свойства древесины как строительного и отделочного материала. Установлено, что термообработка обеспечивает высокую степень защиты древесины от поражения несовершенными (деревоокрашивающими и плесневыми) грибами. Это связано со снижением содержания в древесине легкоусвояемых веществ, в первую очередь гемицеллюлоз. Тем не менее, стойкость древесины по отношению к грибам, вызывающим ее гниение, повышается незначительно виду практически полного сохранения свойств целлюлозы. В то же время, частичное термическое разложение лигнина приводит к ухудшению прочностных характеристик материала, делая его менее пригодным для изготовления

ответственных несущих конструкций.