

5. *Ecolabel Guide*: найти экомаркировки стало проще [Электронный ресурс] // Экологический союз Санкт-Петербурга: официальный сайт. Режим доступа: <http://ecounion.ru>.

6. *Казанцева Н. К.* Информативность продукции / Н. К. Казанцева, Т. В. Казанцева, Е. С. Синегубова // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века*: труды X Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург, 22-25 сентября 2015 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. С. 50-56.

УДК 674.049:[658.511+006.083]

**В. Ю. Чернов, М. С. Чернова,
Е. М. Мальцева, А. А. Домрачева**

**V. Yu. Chernov, M. S. Chernova,
E. M. Maltseva, A. A. Domracheva**

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет», Йошкар-Ола*

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola

*chernovvy@volgatech.net, eliseevams@volgatech.net,
lena.malceva.99@mail.ru, johnkiprich7@gmail.com*

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ
К ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ В РОССИИ,
ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ КАЧЕСТВА ТМД**

**THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL APPROACHES
TO WOOD THERMAL MODIFICATION PROCESS IN RUSSIA,
ISSUES OF TMW QUALITY INCREASE AND CONFIRMATION**

***Аннотация.** Повышение качества термомодифицированной древесины, как любого нового продукта, является задачей, решаемой на трех взаимосвязанных уровнях: научно-исследовательский, технико-технологический и в области стандартизации. В работе представлен краткий анализ состояния производства и потребления ТМД в России, вопросы обеспечения качества и удовлетворения потребительских свойств изделий из термодревесины.*

***Abstract.** Improving the quality of thermally modified wood, as any modern product is the task solved at three interrelated levels: research, technical and technological, and standardization field. The article presents a TMW production and consumption state brief analysis in Russia, issues of thermowood products quality assurance and consumer properties satisfaction.*

***Ключевые слова:** повышение и подтверждение качества термодревесины; производство и потребление ТМД; стандартизация термодревесины; термическая модификация.*

***Keywords:** increase and confirmation of thermowood quality; production and consumption of TMW; thermowood standardization; thermal modification.*

Термически модифицированная древесина (так же её называют термодревесина или ТМД) относительно новый продукт деревообрабатывающей промышленности. Широкое распространение она получила, в первую очередь, в развитых европейских странах и северной Америке, где ценят и с особой бережливостью относятся к природным экологически чистым материалам, а также благодаря своим преимуществам по сравнению с обычной древесиной. Сюда следует отнести более высокую сопротивляемость к биологическому воздействию (грибки, плесень и т. д.). Во-вторых, высокая стабильность против растрескивания и покоробленности при воздействии внешних условий среды таких как ультрафиолетовые лучи, колебание влажности и температуры и т.п. Существуют и другие преимущества – меньшая теплопроводность, а также высокие эстетические свойства, связанные с потемнением древесины и появлением необычного блеска на её поверхности. При этом продолжительность эксплуатации по сравнению с обычной древесиной увеличивается на 10 лет и больше [4] в зависимости от технологии и режимов обработки.

Технологий термической модификации на сегодня множество, но все они основаны на выдерживании древесины в специальных камерах в защитной среде обработки при температуре от 160 до 240 °С [2; 3]. При таких условиях в древесине происходят различные химические процессы термического разложения, меняется органический состав и т. д. Благодаря таким изменениям материал приобретает новые свойства. Поэтому процесс термической модификации древесины или как его часто называют термирование, фактически можно считать ещё одной технологией защиты древесины.

В данной работе мы хотим уделить больше внимания не столько технологическим основам термической модификации, сколько анализу состояния производства и потребления ТМД в России, вопросов обеспечения качества и удовлетворения потребительских свойств изделий из термодревесины.

Исследования проводились на базе малого инновационного предприятия ООО «НовЛесТех» (Респ. Марий Эл, пос. Лесной). Данная компания в 2019 году планирует перейти на термическую обработку древесины и производство изделий из неё по своей патентуемой технологии AST.

В последнее время в России заметен существенный прирост предприятий, предлагающих термомодифицированную древесину. Как показал анализ, подавляющее большинство из них достаточно опытные компании, занимающиеся изготовлением различных погонажных изделий из древесины: вагонки, полоки, обналичники, плинтуса и т. п. Естественно, любая компания в условиях конкуренции стремится занять свою нишу для устойчивого ведения бизнеса, либо реализовать новый продукт, чтобы привлечь новых по-

купателей. Таким новым продуктом для некоторых деревообрабатывающих предприятий стал ТМД. При этом термообработка в них осуществляется на оборудовании собственной разработки, либо в отечественных камерах. Специализированные импортные камеры встречаются в России не часто, что скорее всего связано с их дороговизной.

Отечественное оборудование для термообработки древесины, как правило, переделанные сушильные камеры или те же самые без значительных технологических переделок. В первом случае, действительно, внутри камеры создается защитная среда в виде топочных и инертных газов, перегретого пара, в которой при высоких температурах происходит процесс термической модификации. Во втором случае (без технологических и технических переделок) древесина нагревается до нужной температуры и периодически извлекается из камеры, смачивания водой для защиты от возгорания и снова помещается в камеру для продолжения модификации. Эта процедура для одного и того же штабеля пиломатериалов может проходить несколько раз. Однако добиться высокой степени модификации без подгорания при температуре выше 200 °С достаточно сложно.

Анализ информационных ресурсов, а также мнения дилеров и потребителей показал, что ТМД обработанная в подобных камерах, как правило, не отличается высоким качеством. Встречаются следующие проблемы:

- древесина получается хрупкой, ломкой и углеподобной, то есть в процессе модификации происходил процесс пиролиза, что недопустимо;
- неравномерность термообработки по штабелю по длине и по высоте.
- сильная покоробленность обрабатываемых пиломатериалов;
- образование следов подтеков и различных пятен на пиломатериалах.

То есть такие проблемы возникают по двум основным причинам:

- методической, связанной с несовершенством или отклонением от разработанных, научно-обоснованных и зарекомендовавших себя технологий);
- конструкторской, главным образом, заключающейся в недостаточном техническом оснащении камер, позволяющее обеспечить требуемые параметры процесса термомодификации.

На сегодняшний день поднимаются немаловажные вопросы из другой области, связанной с удовлетворением потребительских требований к изделиям из термодревесины. Здесь следует отметить, что при реализации этого материала прослеживается нечеткое представление о качестве ТМД и несформированность технических требований. В результате этого у конечных потребителей и дистрибьютеров, которыми обычно выступают магазины и оптовые базы, возникают абсолютно разные взгляды, что должно быть на выходе у производителей ТМД. Выполнив обзор на информацию о тер-

модревесине, которой достаточно много представлено даже в русскоязычном интернете, можно сказать, что большинство из них несёт недостаточно точную информацию, ориентированную в основном на привлечение клиентов. Часто приводится информация так, что у большинства интересующихся людей создается впечатление, что ТМД абсолютно не гниет и не впитывает влагу, у нее повышаются механические и теплоизоляционные свойства в процессе модификации, и чем древесина становится темнее, тем «лучше». Все эти утверждения верны, но частично. Однако, небольшая часть производителей, дилеров и потребителей знают, что ТМД так же может разрушаться под действием грибков, но намного дольше; впитывает влагу на порядок ниже, чем обычная древесина; механические свойства термодревесины могут быть немного выше, а могут быть и значительно ниже необработанной древесины. Здесь нужно понимать, что все зависит от режимов термообработки и от породы древесины. Да, безусловно, ТМД имеет больший срок эксплуатации по сравнению с обычной древесиной, что и придает ей уникальные свойства. Поэтому закономерно, что повышение и обеспечение качества термообработки заключается не только в технологическом и техническом совершенствовании термической модификации, но и в установлении и соблюдении четких нормированных показателей к термодревесине как к материалу и к изделиям из неё. Все это лежит в области стандартизации и управления качеством, создании нормативно-технической документации и научно обоснованных технических требований.

Анализируя стандарты на ТМД в России, можно отметить, что основным для данного материала является государственный стандарт ГОСТ Р 54577-2011 [8], который распространяется на модифицированную древесину (МД). В нём по технологическим особенностям МД разделяют на следующие разновидности древесины:

- модифицированная термомеханическим способом;
- модифицированная химико-механическим способом;
- модифицированная термохимическим способом;
- древесина, обработанная гидротермическим способом (перегретым паром при температуре 185–240 °С). Сюда относится ТМД, полученная по технологии ТЕРМОВУД (WEST-WOOD).

Однако в этом стандарте большинство требований представлены лишь для первых трех разновидностей МД. Для ТМД указаны лишь нормативные показатели по физико-механическим свойствам. При этом здесь возникает вопрос, для какой именно породы представлены эти показатели. Поскольку для остальных разновидностей МД в этом же стандарте указано, какие породы могут использоваться. Также известно, что при интенсивных режимах об-

работки (200–240 °С), механические свойства ТМД значительно снижаются и возникает вопрос, могут ли фактически выполняться заявленные показатели по физико-механическим свойствам.

В других стандартах на МД (ГОСТ 13338–86, ГОСТ 21523.4–77, ГОСТ 21523.6–77, ГОСТ 21523.11–79, ГОСТ 24588–81) [5; 6; 7; 9; 10], нет требований ни к ТМД, в общем, ни к ТЕРМОВУД (WEST-WOOD), в частности.

Также анализ производителей показал, что у них, как правило, отсутствует нормативно-техническая документация на ТМД. Это говорит о том, что не осуществляется контроль качества термодревесины на различных стадиях жизненного цикла, не говоря уже о системы менеджмента качества.

Все вопросы и проблемы, описанные выше для термодревесины как для относительно нового материала, играют отрицательную роль. Как следствие, у дилеров и у потребителей создаётся свое представление о ТМД и не всегда истинное. Решение подобных проблем может лежать в следующем:

1) анализ нормативно-технической литературы, применяемой за рубежом компаниями, разрабатывающими технологии и создающими успешный продукт из термодревесины;

2) анализ результатов научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности как зарубежных, так и отечественных в области термирования древесины;

3) исследование процессов термической обработки в производственных условиях;

4) разработка новых или совершенствование существующих технических и технологических подходов для обеспечения качества, энергоэффективности процесса термообработки и снижения себестоимости;

5) исследования и определение требований к физико-механическим свойствам ТМД и изделий из неё для удовлетворения потребительских свойств продукции и обеспечения безопасности использования;

6) разработка и внедрение методов оценки качества термирования для контроля качества продукции на разных стадиях производства, в том числе экспрессных;

7) разработка и введение в действие нормативно-технической документации адекватно описывающей требования к технологии и продукции из ТМД (национальные стандарты, ТУ, СТО и т. д.).

Безусловно, нельзя отрицать и большую роль отечественных и зарубежных ученых, занимающихся в области термической модификации древесины [1; 3; 11; 12] Их результаты имеют высокую значимость для становления и развития фундаментальных и прикладных основ этой отрасли. Однако, выполняя обзор научной литературы, не всегда удается найти ответы на во-

просы, возникающие в практической деятельности, например, связанные с неравномерностью модификации пиломатериалов по длине и высоте штабеля, выбора оптимального времени выдержки древесины при модификации в зависимости от толщины пиломатериалов и т. д. Также, в реальных условиях возникают несоответствия с уже имеющимися результатами. Это, на наш взгляд, связано с тем, что подавляющее большинство исследований выполнялось на стандартных образцах малых размеров в небольших лабораторных установках или в специализированных камерах.

Хотелось бы отметить, что сегодня заслуживает внимание тенденция, складывающаяся на российском рынке, которую не часто встретишь за рубежом – это осуществление термирования уже готовых изделий, таких как вагонка, полук и другой погонаж. Здесь также существуют вопросы, схожие с представленными выше, решение которых позволит осуществлять высококачественную термообработку готовых изделий с повышением полезного выхода и снижением стоимости по сравнению с модификации заготовок, то есть сырья.

Таким образом, можно сделать вывод, что термодревесина еще недостаточно известна рынку России. Покупатели и дистрибьюторы при её заказе и приобретении в первую очередь обращают внимание на визуальное восприятие, связанное с изменением цвета, сохранение размеров и формы пиломатериала, гладкости поверхности, не вдаваясь в остальные подробности, связанные с физико-механическими свойствами. Здесь следует также иметь в виду, что поверхностное потемнение ТМД может получать от веществ, выделяющихся в процессе выдержки под высокой температурой и растворяющихся в среде обработки, как смола у хвойных пород или при модификации в среде топочных газов. Однако, при правильном подходе, изменение цвета может стать индикатором косвенно характеризующим степень термирования, то есть служит показателем для контроля качества термической модификации.

Разработка новых методов контроля ТМД и решение других проблем, представленных в данной работе, являются перспективными задачами для авторского коллектива в будущем.

Список литературы

1. *Clift R. Clean Technology and Industrial Ecology / R. Clift // Pollution Causes, Effects and Control. R. M. Harrison, 4th edition, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2001.*
2. *ThermoWood® Handbook [Электронный ресурс] / Finnish Thermowood Association c/o Wood Focus Oy. Helsinki, FINLAND. Режим доступа: www.thermowood.fi.*
3. *Holger Militz Modified wood: processes, products and markets [Электронный ресурс] / Wood Biology and Wood Technology; Georg-August-University. Göttingen, Germany. Режим доступа: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/docs/tc-sessions/tc-65/md/presentations/17Militz.pdf>.*

4. *Термодревесина: свойства и преимущества, сфера применения* [Электронный ресурс] // Группа компаний «ПромТех». Режим доступа: promtekh.com.
5. *ГОСТ 21523.6–77. Древесина модифицированная. Метод определения влагопоглощения* [Электронный ресурс]. Введен 1978–01–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
6. *ГОСТ 21523.4–77. Древесина модифицированная. Метод определения плотности* [Электронный ресурс]. Введен 1978–01–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
7. *ГОСТ 24588–81. Заготовки из модифицированной древесины. Марки и размеры* [Электронный ресурс]. Введен 1981–02–11 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
8. *ГОСТ Р 54577–2011. Древесина модифицированная. Технические условия* [Электронный ресурс]. Введен 2013–01–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
9. *ГОСТ 21523.11–79. Древесина модифицированная. Метод определения влажности* [Электронный ресурс]. Введен 1980–06–30 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
10. *ГОСТ 13338–86. Древесина модифицированная. Метод определения твердости, временных упругой и остаточной деформаций* [Электронный ресурс]. Введен 1987–07–01 // Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
11. Орлов А. А. Исследование свойств термомодифицированной древесины и параметров сформированных лакокрасочных покрытий на ее поверхности / А. А. Орлов, Г. А. Логинова, Н. А. Романова // Systems. Methods. Technologies. 2016. № 2 (30). С. 138-144.
12. Сафин Р. Р. Разработка новой технологии получения термодревесины / Р. Р. Сафин, Е. А. Белякова, Е. Ю. Разумов // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 1. С. 157-162.