

УДК 674.047

**Овчинникова Татьяна Сергеевна**, аспирант  
кафедры управления в технических системах и инновационных технологий  
Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия  
Ovchinnikova Tatyana Sergeevna, Ural State Forest Engineering University,  
Yekaterinburg, Russia

**ТЕРМОМОДИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ.  
ПЛЮСЫ И МИНУСЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ.  
THERMOMODIFICATION OF WOOD.  
THE PROS AND CONS OF EXISTING TECHNOLOGIES.**

**Аннотация:** статья включает в себя описание самых распространенных и самых часто используемых технологий термомодификации древесины, положительные и отрицательные стороны существующих технологий.

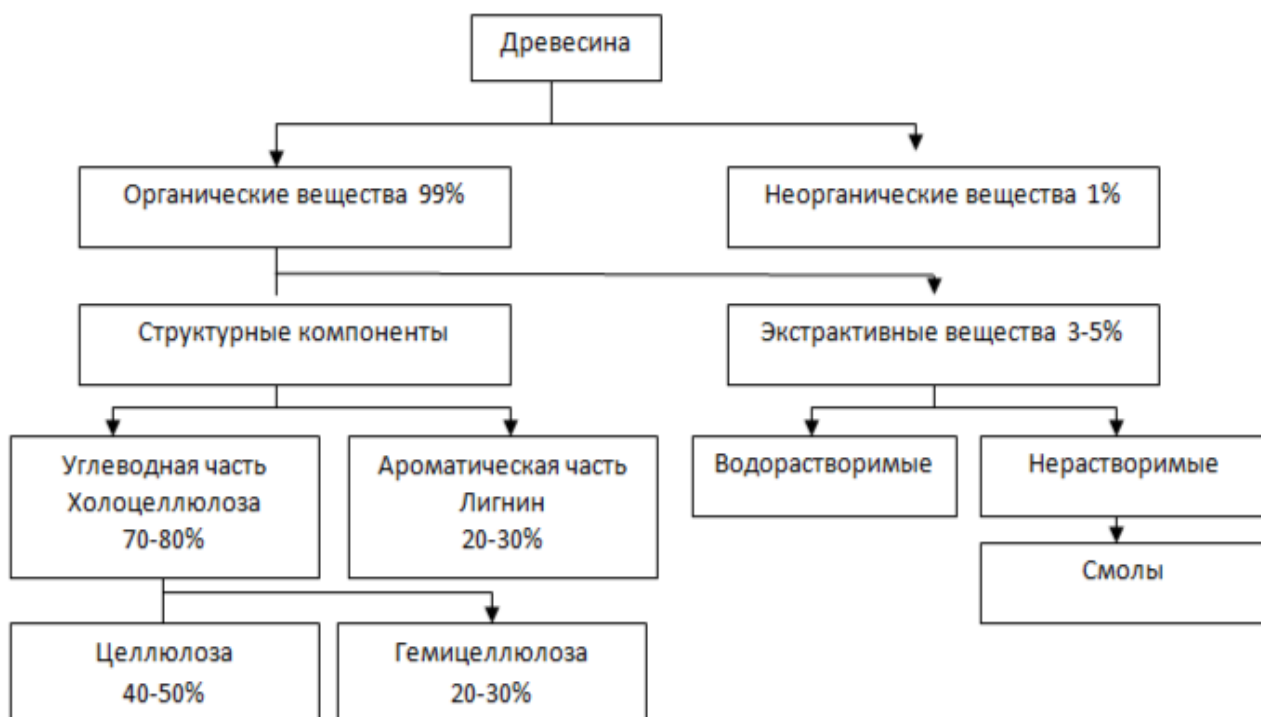
**Abstract:** The article includes a description of the most common and most frequently used technologies for thermo modification of wood, the positive and negative sides of existing technologies.

**Ключевые слова:** термообработка древесины, улучшение свойств древесины, термомодификация, термообработка древесины, прочность древесины, физические и химические изменения древесины.

**Keywords:** heat treatment of wood, improvement of wood properties, thermal modification, heat treatment of wood, strength of wood, physical and chemical changes of wood.

Термообработка (термогидролиз) – это процесс нагрева дерева до температуры 180-240°C в замкнутом бескислородном пространстве с использованием водяного пара, азота или углекислого газа под минимальным избыточным давлением. Пар применяется в качестве защитной среды и не допускает возгорания древесины.

В ходе этой обработки в структуре древесины (схема 1), происходят глубокие изменения: полисахариды разлагаются, лигнин и гемицеллюлоза претерпевают модификацию.



**Схема 1** Химический состав древесины



При этом основная целлюлозная матрица сохраняется неизменной, что позволяет сохранить первоначальную текстуру дерева. Модификация клеточных компонентов приводит к сужению микроскопических пор и снижает их доступность для влаги. Таким образом, обработанная древесина становится невосприимчивой к биологическим угрозам: полисахариды теряют привлекательность как источник питания для насекомых и грибковых организмов.

Термомодификация древесины является одним из наиболее перспективных методов улучшения ее эксплуатационных характеристик.

После термомодификации древесина приобретает новые характеристики, такие как повышенная устойчивость к гниению и вредителям, а также улучшенные эстетические качества. Термомодифицированная древесина может быть использована в различных областях, включая строительство, мебельное производство и ландшафтный дизайн. Она становится идеальным материалом для наружных конструкций, таких как террасы, заборы и садовая мебель, где требуется высокая степень защиты от внешних воздействий.

Процесс термомодификации древесины представляет собой технологию, направленную на улучшение эксплуатационных характеристик древесных материалов. Этот метод основан на термической обработке древесины при высоких температурах, что приводит к изменениям в ее химическом составе и структуре.

Основная цель термомодификации заключается в повышении устойчивости древесины к воздействию влаги, биологических факторов, а также улучшении ее механических свойств.

Термомодификация обычно осуществляется при температурах от 160 до 260 градусов Цельсия в условиях ограниченного доступа кислорода. Это позволяет избежать горения древесины и способствует термическому разложению целлюлозы и гемицеллюлозы, что приводит к изменению физико-химических свойств материала. В результате термомодифицированная древесина становится более стабильной, менее подверженной усадке и набуханию, а также приобретает улучшенные характеристики прочности.

Проведу анализ текущих методов термомодификации древесины, чтобы выявить их сильные и слабые стороны.

Одним из наиболее распространенных методов термомодификации является обработка древесины паром. Этот процесс включает в себя нагревание древесины в присутствии водяного пара, что способствует разложению гемицеллюлозы и изменению структуры целлюлозы. В результате этого процесса древесина становится более стабильной и менее подверженной деформации.

Самая распространенная финская технология термообработки – Thermowood [1] Термомодификация древесины осуществляется в защитной атмосфере водяного пара при температурах 185-212°C. При этом содержание кислорода в среде уменьшается до 3,5%.

Этапами модификации являются высокотемпературная сушка, термическая модификация и охлаждение, а также кондиционирование влаги.

Положительной стороной данной технологии являются постоянные физические и химические изменения в древесине. Новые свойства остаются неизменными, даже когда древесина обрабатывается такими методами, как распиловка или строгание. Это также

относится к цвету изделия (сквозное окрашивание).

- Уменьшенное набухание и усадка под воздействием влаги
- Повышенная стабильность размеров
- Лучшая биологическая стойкость
- Более темный цвет (сквозное окрашивание)
- Отсутствие смолы
- Более низкая теплопроводность

Thermowood разработана для мягких хвойных пород, поэтому высокий процент брака при термировании твердолиственной древесины (дуб, ясень) неизбежен

Так же известна американская технология термообработки древесины Westwood ориентирована на твердые виды древесины (термоясень, термоберёза) и обрабатываем их в американских термокамерах Westwood, разработанных специально для твердолиственных пород.



Технология Westwood предполагает медленное нагревание древесины в среде перенасыщенного водяного пара до температуры 220–240 °С. Длительность цикла – до 48 часов.

1. График процесса включает следующие этапы: [2]
2. Сушка древесины в специализированных печах для удаления влаги из материала.
3. Нагрев печи до температуры +180–200 °С (высота температуры зависит от толщины и породы дерева).
4. Термообработка при избыточном давлении в атмосфере водяного пара. Пар выполняет защитную функцию, предотвращая возгорание древесины, и принимает участие в химических процессах, которые проходят в материале при термировании.

Однако данный метод имеет свои ограничения, такие как необходимость в специальном оборудовании и высокая стоимость процесса.

Другим популярным методом является термическая обработка в вакууме.

PLATO-процесс в основном состоит из двух этапов с промежуточной сушкой. На первой стадии процесса (гидротермолиз) сырая древесина или древесина, высушенная на воздухе, обрабатывается при температурах обычно от 160 °С до 190 °С под повышенным давлением (сверхатмосферное давление). Для сушки обработанной древесины до низкого содержания влаги (около 10%) используется обычный процесс сушки древесины. На втором этапе (отверждение) сухой промежуточный продукт снова нагревается до температуры от 170 °С до 190°С.

Время процесса зависит от используемой породы древесины, толщины, формы древесины и т.д., и включает стадию термолиза (4-5 часов), за которой следует промежуточная стадия сушки (3-5 дней) и заключительная стадия отверждения (14-16 часов). В некоторых случаях требуется этап кондиционирования (2-3 дня). В зависимости от породы древесины и толщины материала это время также может быть короче. Теплоносителем может быть пар или нагретый воздух [3].

БИКОС – российский вариант технологии PLATO с использованием камер автоклавного типа. Отличаются от Plato в основном тем, что весь технологический цикл термомодификации древесины осуществляется в автоклаве без перегрузок в конвекционную сушильную камеру.

При этом имеет место экономия площадей, занятых производственным оборудованием, но и нерациональное использование автоклава, рассчитанного на рабочее избыточное давление до 20 атм. и температуру до 220 °С. Тем самым в 4-5 раз снижается производительность оборудования – автоклава – на ключевом этапе лимитирующей стадии технологического процесса термомодификации древесины.

Этот метод позволяет избежать окислительных процессов, которые могут негативно сказаться на качестве древесины. Обработка в вакууме также позволяет достичь более равномерного прогрева древесины, что способствует улучшению ее свойств. Однако данный метод требует значительных затрат на оборудование и энергоресурсы

Retification – французская технология. Защита от кислорода происходит нагнетанием инертного газа азота. Нагрев идёт с постепенными несколькими часовыми выдержками, сначала при 80-100°С, потом при 160-180°С и при максимальном нагреве до 220-260°С.

При термомодифицировании древесины по данной технологии наблюдаются потери прочности при изгибе до 40%, так же снижается адгезия краски к этой древесине.

Процесс термомодификации является эффективным способом улучшения свойств древесины, однако требует тщательного контроля и оптимизации условий обработки.

Исследования в этой области продолжаются, и новые методы обработки могут привести к созданию более качественной и долговечной термомодифицированной древесины, что будет способствовать ее более широкому применению в различных отраслях.



**Список литературы:**

1. Технологии термообработки [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://thermo-wood.ru>
2. Справочник «ThermoWood» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://alestech.ru/library/book-10>
3. Шубин Г.С.Сушка и тепловая обработка древесины / Г. С. Шубин. – Москва: Лесн. пром-сть, 1990. – 335 с ISBN 5-7120-0210-8

