

Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2024. С. 100–105.  
*Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2024. P. 100–105.*

Научная статья  
УДК 674.02,674.04

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНДУКТИВНОГО ОБУГЛИВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Наталья Александровна Тарбеева<sup>1</sup>, Ольга Анатольевна Рублева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Вятский государственный университет, Киров, Россия

<sup>1</sup> nataly.ntar534@yandex.ru

<sup>2</sup> rubleva@vyatsu.ru

**Аннотация.** Альтернативным вариантом обжига в процессах декорирования древесины является кондуктивное обугливание. В результате анализа и поисковых экспериментов определены варианты реализации процесса, набор параметров режимов обработки и их значения. Установлено, что применение кондуктивного обугливания взамен обжига позволяет улучшить условия труда в цехе, не снижая качество декорирования поверхности.

**Ключевые слова:** кондуктивное обугливание, обжиг древесины, параметры режимов, защитно-декоративная обработка

**Для цитирования:** Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Исследование процесса кондуктивного обугливания для защитно-декоративной обработки древесины // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. Екатеринбург, 2024. С. 100–105.

Original article

## RESEARCH OF THE PROCESS OF CONDUCTIVE CARBONING FOR PROTECTIVE AND DECORATIVE PROCESSING OF WOOD

Natalia A. Tarbeeva<sup>1</sup>, Olga A. Rubleva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

<sup>1</sup> nataly.ntar534@yandex.ru

<sup>2</sup> rubleva@vyatsu.ru

**Abstract.** An alternative firing option for wood decoration processes is conductive charring. As a result of analysis and search experiments, options for implementing the process, a set of processing mode parameters and their values were determined. It has been established that the use of conductive charring instead of firing makes it possible to improve working conditions in the workshop without reducing the quality of surface decoration.

**Keywords:** conductive charring, wood firing, mode parameters, protective and decorative treatment

**For citation:** Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. Research of the process of conductive carboning for protective and decorative processing of wood // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. Yekaterinburg, 2024. P. 100–105.

С давних времен в целях защитной обработки древесины люди применяют обжиг. На Руси для замедления процесса гниения древесины и увеличения срока ее службы применяли «подкуривание» [1]. Различные изделия (столбы, доски для крыши и пола) помещали в костер до состояния обугливания, в результате чего поры в поверхностных слоях древесины закупоривались смолами и продуктами горения, что в дальнейшем препятствовало проникновению влаги и микроорганизмов внутрь материала.

В XVIII в. в Японии в процессе сжигания кипарисов открыли подобный способ обработки древесины – Yakisugi (Shou Sugi Ban) или «томление кедра» [2]. Японцы заметили, что благодаря обработке огнем древесина приобретает уникальный внешний вид, особые защитные и прочностные свойства. Новый материал – обожженную древесину – они с успехом стали применять в строительстве.

В настоящее время технология обработки древесины обжигом не теряет своей актуальности. Например, в дачном хозяйстве обжиг продолжают применять для защитной обработки частей изделий из древесины, контактирующих с почвой (нижние части столбов, ограждений, опор для деревьев и кустарников и т. д.).

Особое значение обжиг приобрел для декорирования деталей и изделий из древесины. В сочетании с брашированием он позволяет подчеркнуть природную текстуру хвойных пород, обеспечить выразительный контраст между ранней и поздней зонами годичного слоя [3].

В декоративных целях обжиг выполняют вручную с помощью газовой горелки или паяльной лампы. Такая операция с точки зрения организации труда является вредной и пожароопасной (работа при повышенной температуре с открытым пламенем и значительным выделением продуктов горения). Проведение работ рекомендуется выполнять на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении. Производством изделий с помощью обжига в основном занимаются домашние или мелкие индивидуальные мастерские, изготавливающие изделия для личного пользования или под заказ. Применение технологии обжига в серийном и массовом производстве ограничено не только по причине высокой пожароопасности, но и повышенной трудоемкости, а также низкой производительности. Между тем изделия из древесины, имеющие обугленные и брашированные поверхности, ввиду уникальности своего внешнего вида пользуются большим спросом.

В целях снижения пожарной опасности производства по декорированию древесины указанным способом, повышению производительности обработки и ее качества авторами предлагается использовать вместо обжига кондуктивное обугливание древесины. При кондуктивном обугливании к поверхности древесины прижимают нагретый элемент, в результате чего происходит потемнение и обугливание поверхностных слоев. Кондуктивное обугливание как альтернатива обжигу предлагается впервые. Технологически процесс не исследован, данные о его влиянии на результат декорирования в литературных источниках отсутствуют. В этой связи целью настоящей работы является экспериментальное изучение процесса кондуктивного обугливания древесины. Задачи исследования:

- определение возможных способов реализации кондуктивного обугливания;
- определение параметров технологических режимов кондуктивного обугливания;
- установление допустимых диапазонов параметров технологических режимов кондуктивного обугливания;
- сравнение качества поверхностей, обработанных обжигом и кондуктивным обугливанием, в том числе после браширования.

Исследование процесса кондуктивного обугливания начато с определения возможных вариантов его реализации. По аналогии с технологией горячего тиснения древесины кондуктивное обугливание может быть реализовано тремя способами:

- 1) контактом на определенное время плоского нагретого инструмента с поверхностью древесины;
- 2) контактом плоского нагретого инструмента с поверхностью древесины и его равномерным перемещением по ней;
- 3) прокатыванием по поверхности древесины нагретого гладкого ролика.

Определение набора параметров режимов кондуктивного обугливания выполняли аналитически, изучая литературные источники [1, 2]. Перечень параметров режимов в зависимости от варианта исполнения процесса приведен в таблице.

## Перечень параметров кондуктивного обугливания древесины

Вариант исполнения	Параметры процесса
Контакт плоского инструмента с поверхностью древесины	Температура инструмента, °С
	Контактное давление, МПа
	Время контакта, с
Контакт плоского инструмента с поверхностью древесины и его равномерное перемещение по ней	Температура инструмента, °С
	Контактное давление, МПа
	Скорость перемещения инструмента, м/мин
Прокатывание гладкого ролика	Температура инструмента, °С
	Контактное давление, МПа
	Диаметр ролика, мм
	Скорость прокатывания, м/мин

Для определения параметров технологических режимов кондуктивного обугливания проводили поисковые эксперименты для первого варианта реализации процесса. В качестве заготовки использовалась рейка тангенциального распила из древесины сосны сечением 10×40 мм влажностью 8 %. В качестве нагретого инструмента использовалась стальная плита шириной 40 мм и толщиной 4 мм. Варьировали температуру нагретого инструмента  $T$  в диапазоне от 400 до 500 °С, давление прижатия  $p$  от 0,003 до 0,06 МПа и время контакта  $t$  от 2 до 30 с. После обработки внешний вид поверхности оценивали визуально по показателю равномерности обугливания.

Наилучший результат – равномерное обугливание с незначительным растрескиванием поверхности – отмечен после обработки при режиме  $T = 470$  °С,  $p = 0,003$  МПа,  $t = 20$  с. В отличие от обработки обжигом, в результате прижатия нагретого инструмента к поверхности древесины наблюдается частичное отслоение обугленного слоя (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид поверхности древесины после обработки:  
*a* – кондуктивным обугливанием; *б* – обжигом

После обугливания заготовки брашировали металлическими щетками в направлении вдоль волокон до появления рельефной контрастной текстуры древесины. Внешний вид поверхности после кондуктивного обугливания и браширования в сравнении с поверхностью, обработанной обжигом и брашированием, представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид поверхности древесины после обработки:  
*a* – обжигом и брашированием; *б* – кондуктивным обугливанием и брашированием

По равномерности обугливания обе обработанные поверхности выглядят идентично. На мелких образцах (40×40 мм) разница в обработке при визуальной оценке не отмечена. Однако процесс кондуктивного обугливания является более безопасным с точки зрения организации труда, поскольку отсутствует значительное выделение дыма и открытое пламя, что делает процесс более безопасным. Предполагается, что улучшение качества декорирования поверхности за счет кондуктивного обугливания в сравнении с обжигом можно будет зафиксировать при обработке более габаритных заготовок, когда площадь обрабатываемой поверхности будет значительно больше площади пятна контакта от пламени горелки (например, на широких досках или мебельных щитах).

Таким образом, кондуктивное обугливание можно считать достойной и более безопасной альтернативой обжигу. На маломерных заготовках визуальный эффект обугливания за счет прижатия нагретого инструмента не отличается от обработки обжигом. Для определения оптимальных значений параметров режимов обработки кондуктивным обугливанием, установления его преимуществ в сравнении с обжигом необходимо проведение дополнительных экспериментов, в том числе на более крупных заготовках.

## Список источников

1. Защита древесины обжигом: древние технологии «подкуривания» / Новгородский строитель. URL: <https://dzen.ru/a/YNyP-NCKGgtREaUg> (дата обращения: 03.06.2024).
2. Наумович Д. А. Японская технология декоративной обработки деталей из массива древесины в производстве мебели // 72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов : тезисы докладов, 12–23 апреля 2021 г. В 4 ч. Ч. 1. Минск : БГТУ, 2021. С. 153–154.
3. Лукаш А. А. Формирование фактуры с ярко выраженной текстурой на поверхности древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. №. 58. С. 183–187.

## References

1. Protection of wood by firing: ancient technologies of “smoking” / Novgorod builder. URL: <https://dzen.ru/a/YNyP-NCKGgtREaUg> (accessed 03.06.2024).
2. Naumovich D. A. Japanese technology of decorative processing of solid wood parts in furniture production // 72nd scientific and technical conference of students, students and undergraduates: abstracts of reports, April 12–23 2021. In 4 parts. Part 1. Minsk : BSTU, 2021. P. 153–154.
3. Lukash A. A. Formation of texture with a pronounced texture on the surface of wood // Current problems of the forestry complex. 2020. No. 58. P. 183–187.