Электронный архив УГЛТУ

Научная статья
УДК 674.049

ПРИМЕНЕНИЕ КОНДУКТИВНОГО ОБУГЛИВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Наталья Александровна Тарбеева[1], Ольга Анатольевна Рублева[2]
[1, 2] Вятский государственный университет, Киров, Россия
[1] nataly.ntar534@yandex.ru
[2] rubleva@vyatsu.ru

Аннотация. Использование обжига для защитно-декоративной обработки древесины является причиной высокой пожарной опасности производства. В данной статье с технологической точки зрения обоснована эффективность замены обжига кондуктивным обугливанием. Установлено, что кондуктивное обугливание снижает энергоемкость систем вентиляции и риск возникновения пожаров, обеспечивает более высокое качество декорирования.

Ключевые слова: кондуктивное обугливание, обжиг, защитно-декоративная обработка, пожарная опасность

Для цитирования: Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Применение кондуктивного обугливания для защитно-декоративной обработки древесины // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 344–349.

Original article

APPLICATION OF CONDUCTIVE CARBONIZING FOR PROTECTIVE AND DECORATIVE TREATMENT OF WOOD

Natalia A. Tarbeeva[1], Olga A. Rubleva[2]
[1, 2] Vyatka State University, Kirov, Russia
[1] nataly.ntar534@yandex.ru
[2] rubleva@vyatsu.ru

Abstract. The use of firing for protective and decorative treatment of wood is the cause of a high fire hazard in production. This article provides a technological justification for the effectiveness of replacing firing with

© Тарбеева Н. А., Рублева О. А., 2026

Электронный архив УГЛТУ

conductive carbonizing. It has been established that conductive carbonizing reduces the energy consumption of ventilation systems and the risk of fires, while providing a higher quality of decoration.

Keywords: conductive carbonizing, firing, protective and decorative treatment, fire hazard

For citation: Tarbeeva N. A., Rubleva O. A. (2026) Primenenie konduktivnogo obuglivaniya dlya zashhitno-dekorativnoj obrabotki drevesiny` [Applification of conductive carbonizing for protective and decorative treatment of wood]. Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 344–349. (In Russ).

Обжиг широко применяется для защитной и декоративной обработки древесины [1]. Благодаря обработке обжигом древесина приобретает повышенные влаго- и биозащитные свойства, а также уникальный внешний вид. Обжиг может быть применен как в качестве ключевой обработки древесины, формирующей основной комплекс свойств готовых изделий, например, японская технология Shou Sugi Ban – «томление кедра» [2], так и в технологиях многоступенчатой обработки [3] как один из начальных этапов, направленный на усиление положительного эффекта от последующей обработки.

Наиболее часто для обжига древесины используют открытое пламя (газовые горелки, паяльные лампы, костер). Это предъявляет ряд требований к организации производства для обеспечения его пожарной безопасности. Например, в промышленном производстве для обжига древесины необходимо обустройство специальной изолированной зоны, в том числе обеспечение ее мощной системой вентиляции [4]. Высокая пожарная опасность сдерживает активное использование обжига для обработки древесины.

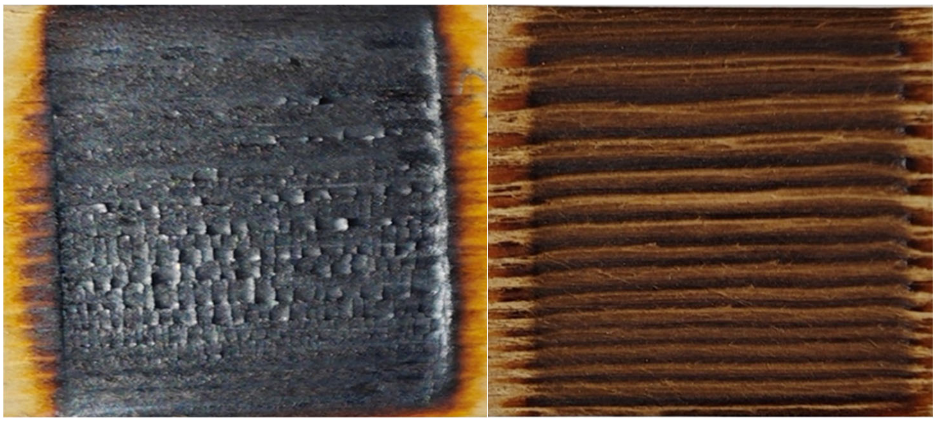
Альтернативным обжигу способом защитно-декоративной обработки древесины является кондуктивное обугливание, при котором термодеструкция поверхностных слоев древесины осуществляется за счет контакта с металлическим нагретым элементом – плитой или роликом [5]. Выдвинута гипотеза о том, что кондуктивное обугливание является менее пожароопасным и энергозатратным процессом по сравнению с обжигом, обеспечивающим более высокие декоративные и защитные свойства обработанной поверхности. В связи с этим целью данного исследования является обоснование рациональности замены обжига кондуктивным обугливанием для защитной и декоративной обработки древесины.

Электронный архив УГЛТУ

Для определения рациональности замены технологии обжига на технологию кондуктивного обугливания проведен их сравнительный анализ по следующим критериям:

1) декоративные свойства;
2) пожарная опасность производства;
3) энергоемкость систем вентиляции.

Оценка декоративных свойств обработанных поверхностей проводилась визуально. Установлено, что поверхность, полученная способом кондуктивного обугливания, в отличие от поверхности, полученной путем обжига газовой горелкой, за счет равномерного контакта нагретого инструмента по всей площади не имеет пятен и участков разных оттенков, что при последующей обработке брашированием повышает ее декоративные свойства (рисунок).



а *б*

Внешний вид поверхности древесины сосны:
а – после кондуктивного обугливания;
б – с последующим брашированием

Оценка пожарной опасности обжига и кондуктивного обугливания проводилась по техническим показателям, выбранным на основании анализа Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») [6]. В оценку включены такие показатели, как воспламеняемость, взрывоопасность, температура самовоспламенения, температура вспышки и скорость распространения огня. Для сравнения взяты значения указанных показателей источников зажигания. При обжиге древесины открытым пламенем источником зажигания являются горючие жидкости и газы – бензин, пропан и бутан, при кондуктивном обугливании – нагретый металлический элемент. Обрабатываемый материал – древесина – в обоих случаях обладает идентичными характеристиками, поэтому исключена из данного анализа. Результаты сравнительного анализа показателей пожароопасности приведены в табл. 1.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа показателей пожароопасности

Параметр, характеризующий пожароопасность	Обжиг	Кондуктивное обугливание
Воспламеняемость	Легковоспламеняемый	Не подвержен воспламенению
Взрывоопасность	Взрывоопасны при смеси с воздухом	Не взрывоопасен
Температура самовоспламенения, °C	Пропан: 466; бутан: 405…430; бензин: 255…370	–
Температура вспышки, °C	Пропан: −104; бутан: −60; бензин: −27 до −39	–
Скорость распространения огня, м/с	Пропан: 4,3…4,5; бутан: 3,3; бензин:10…15	0

Дополнительно пожарная опасность сравниваемых способов обработки оценена по технологическим критериям, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа технологических критериев, характеризующих пожарную опасность производства

Параметр, характеризующий пожароопасность	Обжиг	Кондуктивное обугливание
Температура обработки, °C	1000…1500	450…500
Радиус воздействия источника зажигания, м	До 0,5	До 0,05
Непредсказуемость поведения источника зажигания	Непредсказуем, сложно контролировать	Поддается контролю

Данные, представленные в табл. 1 и 2, иллюстрируют, что кондуктивное обугливание по сравнению с обжигом открытым пламенем позволяет снизить температуру обработки в 2…3 раза, а скорость распространения пламени сократить до скорости распространения пламени по древесине (0,15…0,67 м/с). Кроме того, при кондуктивном обугливании существенно (~ 10 раз) уменьшается радиус воздействия источника зажигания.

Оценка энергоемкости систем вентиляции для сравниваемых способов обработки проведена опосредованно путем определения объемов подлежащих удалению продуктов горения при обугливании 1 $м^2$ древесины на глубину 2 мм. Результаты соответствующих расчетов приведены в табл. 3.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 3

Результаты расчета объемов продуктов горения, подлежащих удалению

Объемы продуктов горения	Обжиг	Кондуктивное обугливание
Объем продуктов горения топлива, м^3	3,11…3,5	0
Объем продуктов горения древесины, м^3	6,7	6,7
Итого, м^3	9,81…10,2	6,7

Результаты, приведенные в табл. 3, свидетельствуют, что за счет отсутствия при кондуктивном обугливании процесса горения топлива объем подлежащих удалению продуктов горения снижается на 40…50 %, что дает основание использовать менее мощные и энергозатратные системы вентиляции.

Таким образом, кондуктивное обугливание можно считать достойной заменой обжига, оно так как характеризуется меньшей пожарной опасностью и обеспечивает более качественную подготовку поверхности к следующим этапам обработки. По результатам опосредованной оценки энергоемкости требующихся систем вентиляции сложно давать заключения о снижении энергоемкости всего процесса обработки. С этой целью требуются дополнительные исследования и расчеты, учитывающие технические характеристики установки для обугливания.

Список источников

1. Trevisan H., Santos N. A., Fernandes V. J. Efficiency of traditional Shou Sugi Ban wood protection technique in association with vegetable oils against rotting fungi action on Pinus wood // Revista do Instituto Florestal. 2025. Vol. 37. P. 1–8.

2. A study on normal incident sound absorption characteristics of Japanese traditional cedar board, Yakisugi / A. Sugahara, Ya. Hiraguri, K. Okamura [et al.] // INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. Institute of Noise Control Engineering, 2023. Vol. 265, № 6. P. 1231–1238.

3. Патент № 2704849 Российская Федерация, МПК B27M 1/08 (2006.01). Способ упрочняющей декоративной обработки изделий из древесины : № 2018122586 : заявл. 20.06.2018 : опубл. 31.10.2019 / О. А. Рублева, Н. А. Тарбеева; заявитель ВятГУ. 6 с.

4. Требования безопасности при проведении огневых работ // АлтайСпецИзделия : [сайт]. URL: https://clck.ru/3QWqfU (дата обращения: 17.10.2025).

Электронный архив УГЛТУ

5. 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.

6. Статья 15. Показатели пожаровзрывоопасности и пожарной опасности технологических сред. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. 25.12.2023) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://clck.ru/3QWqur (дата обращения: 25.09.2025).

References

1. Trevisan H., Santos N. A., Fernandes V. J. Efficiency of traditional Shou Sugi Ban wood protection technique in association with vegetable oils against rotting fungi action on Pinus wood // Revista do Instituto Florestal. 2025. Vol. 37. P. 1–8.

2. A study on normal incident sound absorption characteristics of Japanese traditional cedar board, Yakisugi / A. Sugahara, Ya. Hiraguri, K. Okamura [et al.] // INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. Institute of Noise Control Engineering, 2023. Vol. 265, № 6. P. 1231–1238.

3. Patent № 2704849 Russian Federation, IPC B27M 1/08 (2006.01). Method for strengthening decorative treatment of wood products : № 2018122586 ; filed 20.06.2018 ; published 31.10.2019 / O. A. Rubleva, N. A. Tarbeeva ; applicant VyatSU. 6 p.

4. Safety requirements for fire work // AltaiSpecIzdelia : [website]. URL: https://clck.ru/3QWqfU (date of accessed: 17.10.2025).

5. 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. Ekaterinburg, 2024. P. 100–105.

6. Article 15. Indicators of fire and explosion hazard of technological environments. Technical regulations on fire safety requirements : Federal Law № 123-FL of 22.07.2008 (as amended on 25.12.2023) // ConsultantPlus : [website]. URL: https://clck.ru/3QWqur (date of accessed: 25.09.2025).