

Научная статья  
УДК 674.02

## ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Алексей Александрович Талых<sup>1</sup>, Олег Викторович Спирин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

<sup>1</sup> ata\_77@mail.ru

<sup>2</sup> olspirin@petrsu.ru

**Аннотация.** В статье представлены примеры конструкций изделий, при изготовлении которых может быть использована лазерная резка древесины и древесных материалов. Выявлены факторы, влияющие на эффективность лазерной обработки. Обоснованы оптимальные режимы резания при лазерной обработке образцов некоторых пород древесины с помощью экспериментальной установки на основе СО<sub>2</sub> лазера.

**Ключевые слова:** лазер, лазерная обработка, древесина, продукция из древесины и древесных материалов, режимы резания

**Для цитирования:** Талых А. А., Спирин О. В. Обоснование режимов резания в процессе лазерной 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 XVI Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 314–319.

Original article

## JUSTIFICATION OF CUTTING MODES IN THE PROCESS OF LASER PROCESSING OF WOOD

Aleksey A. Talykh<sup>1</sup>, Oleg V. Spirin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Petrozavodsk State University", Petrozavodsk, Russia

<sup>1</sup> ata\_77@mail.ru

<sup>2</sup> olspirin@petrsu.ru

**Abstract.** The article presents examples of product designs that can be manufactured using laser cutting of wood and wood-based materials. Factors influencing the efficiency of laser processing are identified. Optimal cutting

modes are substantiated for laser processing of samples of certain types of wood using an experimental setup based on a CO<sub>2</sub> laser.

**Keywords:** laser, laser processing, wood, wood and wood-based products, cutting modes

**For citation:** Talykh A. A., Spirin O. V. (2025) Obosnovanie rezhimov rezaniya v processe lazernoj obrabotki drevesiny [Justification of cutting modes in the process of laser processing of wood]. Effektivnyi otvet na sovremennyye vyzovy s uchetom vzaimodeystviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies] : proceedings of the XVI International Scientific and Technical Conference. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 314–319. (In Russ).

Древесина – стратегически важный и необходимый для промышленности конструкционный материал, обладающий рядом положительных свойств: высокой прочностью, экологичностью, хорошими теплоизоляционными свойствами, возможностью оперативного выполнения различных соединений при изготовлении продукции из древесины и пр.

Современные технологии позволяют эффективно обрабатывать все виды древесины и древесных материалов с целью получения качественных продуктов с высокой добавленной стоимостью. Одним из подобных видов обработки является технология разделения древесины лазерным лучом.

Технология обработки различных материалов, в том числе, древесины и древесных материалов, лазерным излучением широко используется при изготовлении сувенирной продукции, музыкальных инструментов, детских игрушек и др. [1–3]. На рис. 1–3 представлены примеры разработанных изделий из древесины, при изготовлении которых использовалась бесстружечная обработка древесины (в частности, лазерная резка).



Рис. 1. Сувенирное кантеле



Рис. 2. Десятиструнное вепское кантеле

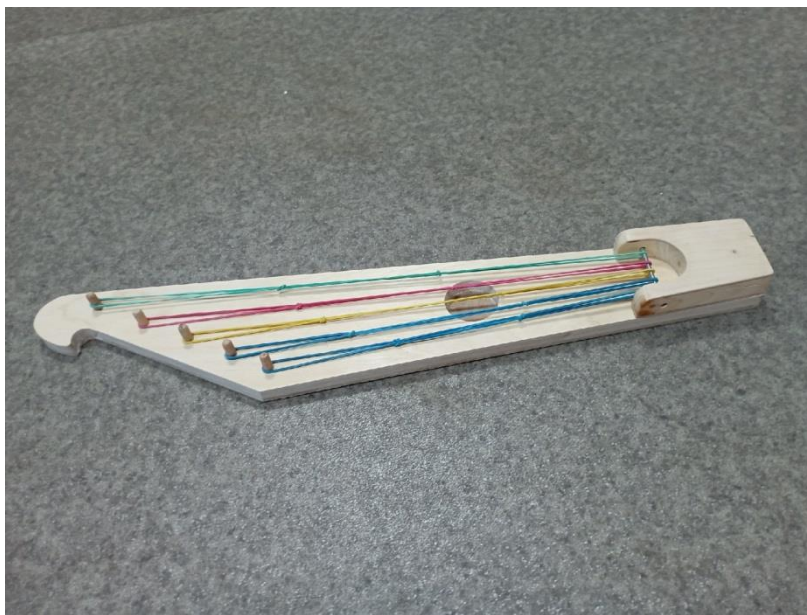


Рис. 3. Развивающая игра-тренажер «Кантеле-конструктор»

Проведенные ранее экспериментальные исследования показали, что к основным факторам, влияющим на эффективность лазерной обработки древесины относят следующие:

- 1) параметры лазера (мощность, режим работы, частота повторений импульсов и их длительность и др.);
- 2) режимы резания (скорость подачи, глубина реза, фокусное расстояние линзы, фокусировка и др.);
- 3) свойства древесины (твёрдость, плотность, влажность и пр.).

Также определено, что при использовании одинаковых режимов резания для разных пород древесины и различных древесных материалов происходит перерасход энергии, времени. При этом может снижаться качество продукции [4, 5].

В результате использования режимов обработки без учета породы, свойств и пороков древесины обработка лазером происходит либо не полностью (и тогда требуется повторение операции), либо, наоборот, возникает значительный пережог материала, обугливание и даже воспламенение кромок реза. Экономическая эффективность лазерной обработки древесины и древесных материалов повышается при выборе целесообразных режимов резания [4–6].

В этой связи нами проведено исследование по выбору и обоснованию оптимальных режимов резания для отдельных пород древесины: сосны, ели, березы, клена, дуба, осины. Представленные породы широко используются при изготовлении изделий специального назначения. Образцы древесины, изготовленные для проведения исследования, представляют собой бруски шириной и длиной по 40 мм и толщиной 4–8 мм с шагом толщин 1 мм.

Для изучения режимов резания вышеперечисленных пород древесины была использована разработанная нами экспериментальная установка на основе CO<sub>2</sub> лазера, принципиальная схема которой представлена на рис. 4.

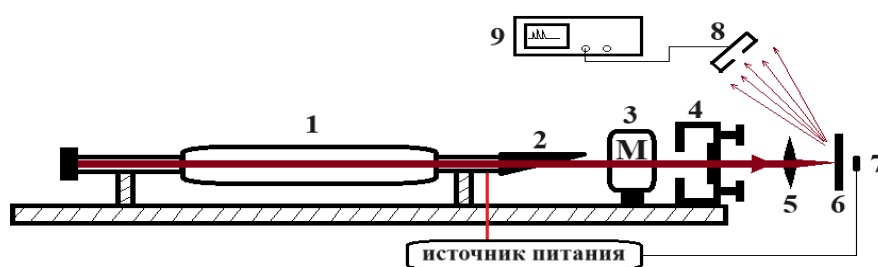


Рис. 4. Схема экспериментальной установки на основе CO<sub>2</sub> лазера  
 1 – разрядная трубка, 2 – германиевое окно, 3 – модулятор добротности,  
 4 – германиевое зеркало, 5 – линза, 6 – исследуемый образец, 7 – термопара,  
 8 – пироэлектрический приемник, 9 – осциллограф

С целью измерения скорости сквозного реза образцов из древесины применялось реле времени, которое начинает отсчет с момента запуска лазера и заканчивает в момент окончания реза, когда поступит сигнал с термопары 7. Реле фиксирует интервал времени с одновременным отключением источника питания лазера.

Скорость сквозного реза определялась путем вычисления отношения толщины образца к среднему времени выполнения реза. На рис. 5 представлены графики распределения скоростей резания в зависимости от толщины материала и породы образцов древесины.

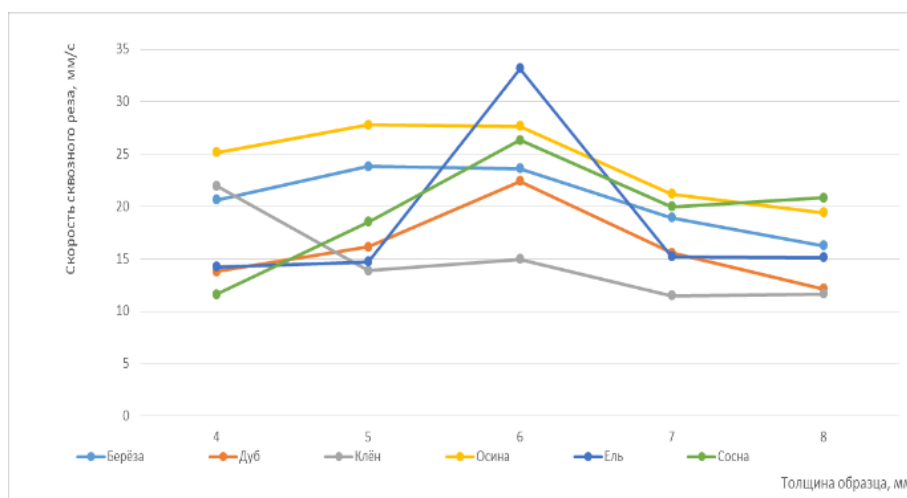


Рис. 5. Распределение скоростей сквозного реза образцов некоторых пород древесины в зависимости от толщины материала

Результаты проведенного исследования позволили сделать следующие обобщающие выводы:

1. Более высокие скорости резания наблюдаются для мягких пород древесины с невысокой плотностью (ель, сосна, осина). Для твердых пород (береза, дуб, клен) этот показатель значительно ниже. Следовательно, плотность и твердость древесины необходимо учитывать, в первую очередь, при назначении режимов лазерной резки.

2. Определено, что достаточно хорошо режутся ель, сосна, осина. Для эффективной резки твердых пород древесины требуется более высокая мощность лазера. При этом, у твердых пород древесины при визуальном осмотре качество сквозного реза оказалось значительно выше, чем у мягких.

3. На скорость и качество реза также влияют скрытые сучки, трещины и другие дефекты древесины, которые затрудняют лазерную обработку. Необходимо отметить разницу при обработке зон ранней и поздней древесины.

4. Чем толще образцы и тверже древесина, тем темнее кромка реза.

### *Список источников*

1. Талых А. А. Особенности конструирования изделий из древесины сувенирного назначения // *Advances in Science and Technology* : сборник статей LVIII международной научно-практической конференции. М. : Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2024. С. 67–69.

2. Талых А. А. Из опыта проектирования и изготовления народных музыкальных инструментов-кантеле в вузе // *Проблемы современного педагогического образования*. Ялта, 2017. № 54–3. С. 198–205.

3. Талых А. А., Сюнев В. С. Разработка оригинальных конструкций развивающих игр-тренажеров из древесины // *Лесная инженерия, материа-*

поведение и дизайн : материалы 88-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 29 января – 16 февраля 2024 г. Белорус. гос. технол. ун-т. Минск : БГТУ, 2024. С. 171–74.

4. Креницына М. В., Кузнецов А. И. Исследование режимов лазерного резания некоторых пород древесины на лазерно-гравировальном станке VL 4060 // Труды БГТУ. 2016. № 2. С. 303–306.

5. Новоселова М. В., Кузнецов А. И. Исследование режимов лазерного резания древесины березы // Приволжский научный вестник. 2013. № 10 (26). С. 31–35.

6. Martínez-Conde A., Krenke T., Frybort S. Review: Comparative Analysis of CO<sub>2</sub> Laser and Conventional Sawing for Cutting of Lumber and Wood-based Materials. Wood Sci. Technol. 2017. № 51. P. 943–66.

## *References*

1. Talykh A. A. Features of designing wood products for souvenir purposes // Achievements of science and technology : a collection of articles about women at a scientific and practical international conference. Moscow : Scientific Publishing Center “Relevance.RF”, 2024. P. 67–69.

2. Talykh A. A. From the experience of designing and manufacturing folk musical instruments-kantele in higher education // Problems of modern pedagogical education. Yalta, 2017. № 54–3. P. 198–205.

3. Talykh A. A., Syunев V. S. Development of original designs of educational simulator games made of wood // Forest engineering, materials science and design : materials of the 88th Scientific and Technical School. Conference of Faculty, researchers and postgraduates (with international participation), Minsk, January 29 – February 16, 2024. Belarusian State Technical University un-T. Minsk : BSTU, 2024. P. 171–174.

4. Krenigina M. V., Kuznetsov A. I. Introduction of the laser cutting mode for certain bird species on a laser navigation machine VL 4060 // Proceedings of BSTU. 2016. № 2. P. 303–306.

5. Novoselova M. V., Kuznetsov A. I. Investigation of laser cutting modes of birch wood // Privolzhsky Scientific Bulletin. 2013. № 10 (26). P. 31–35.

6. Martinez-Conde A., Krenke T., Freibort, S. Review: Comparative analysis of a CO<sub>2</sub> laser and a conventional saw for cutting lumber and wood-based materials. The science of wood. Technology. 2017. № 51. P. 943–66.