

Демина М. Ю.,

кандидат физико-математических наук, доцент

доцент кафедры «Агроинженерия, электро- и теплоэнергетика»

Сыктывкарский лесной институт

Россия, г. Сыктывкар

Игнатов Е. А.,

бакалавр

5 курс, факультет «Лесное и сельское хозяйство»

Сыктывкарский лесной институт

Россия, г. Сыктывкар

Кормщикова З. И., кандидат технических наук

эксперт ООО «ЭЦПБ»

Россия, г. Сыктывкар

ГРАВИРОВКА ДРЕВЕСИНЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ ЛАЗЕРОМ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются особенности лазерной гравировки древесины полупроводниковым лазером мощностью 5 Вт. Проведено экспериментальное исследование влияние скорости лазера и вида древесины на глубину реза. Отмечены высокая точность и качество обработки в широком диапазоне скоростей лазера.

Ключевые слова: лазерная гравировка, глубина реза древесины, скорость перемещения лазерного луча.

Annotation: The article discusses the features of laser wood engraving with a 5 W semiconductor laser. An experimental study of the effect of laser's speed and type of wood on the depth of cut carried out. High accuracy and quality of processing in a wide range of laser speeds are noted.

Key words: laser engraving, cutting depth of wood, laser beam speed.

Современным видом технологии обработки материалов является лазерная гравировка, которая позволяет наносить изображения и надписи на поверхность таких материалов, как древесина, пластик, кожа и т.п., изготавливать штампы, печати, различные клише [1, с. 2]. Сравнительно простое управление лазерным лучом при помощи числового программного управления даёт возможность осуществить рез или гравировку лазером по чрезвычайно сложному контуру, как листовых, так и объемных деталей, и различных заготовок с автоматизацией всех фаз процесса. Ввиду высокой мощности и плотности лазерного излучения достигается высокий темп обработки материалов в сочетании с высоким качеством результатов [2, с. 303]. При гравировке древесных материалов лазерным излучением достигается полное отсутствие сколов на кромках, трещин и поднимания ворса, которые возникают во время механической обработки. Гравировка лазерным излучением при помощи компьютерного программного обеспечения дает возможность создавать очень сложное монохромное изображение, с большим пиксельным разрешением до 25 точек на 1 квадратный миллиметр. Вследствие обширного развития лазерных технологий выгодное применение получили лазерные системы с полупроводниковой накачкой. Полупроводниковая техника и микропроцессорные системы дают возможность для внедрения малогабаритных и эффективных по энергозатратам лазерных систем.

В данной работе исследовали влияние скорости полупроводникового лазера малой мощности и сорта древесины на глубину обработки. Применяли гравировальный лазерный станок с твердотельным диодом мощностью $P = 5$ Вт, генерирующим излучение с длиной волны $\lambda = 450$ нм. В эксперименте скорость лазерного луча изменялась дискретно и принимала следующие значения: 50 мм/с; 100 мм/с; 150 мм/с; 200 мм/с. Резы осуществляли вдоль волокон при одном направлении движения лазерной головки, в эксперименте использовали три сорта древесины: сосну, бук и дуб (рис. 1).



а) сосна



б) бук



в) дуб

Рисунок 1. Резы вдоль волокон древесины при скорости лазерной головки (сверху вниз): 50 мм/с; 100 мм/с; 150 мм/с; 200 мм/с

Экспериментально глубину реза определяли при помощи оптического микроскопа Ya Xun YX – AK02 с увеличением $\times 40$ по фотографиям поперечных срезов, которые выполняли фрезерованием. На рисунке 2 представлены фотографии поверхности и поперечного разреза различных пород древесины при скорости обработки 50 мм/с. Сорт древесины оказывает влияние как на глубину, так и на ширину следа лазера на поверхности.

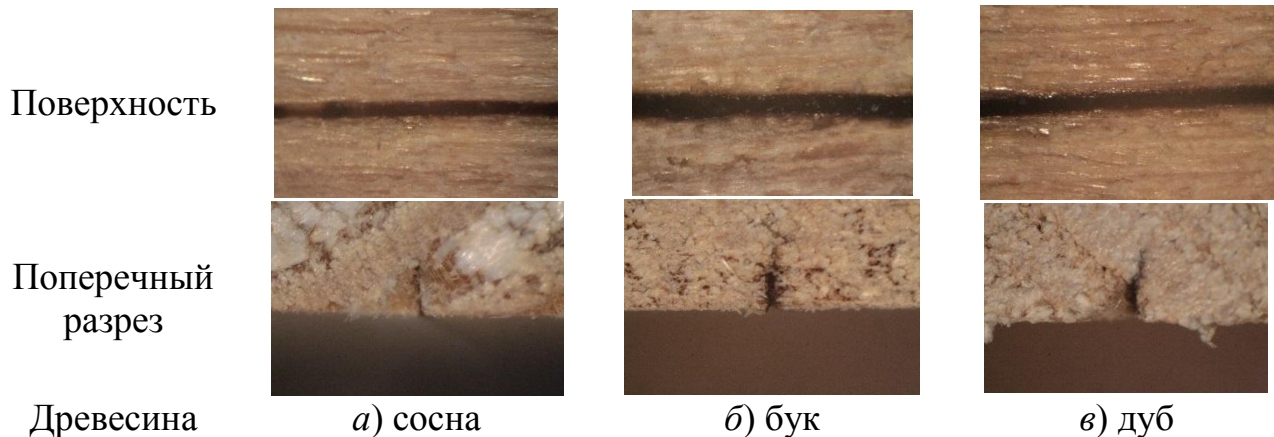


Рисунок 2. Микрофотографии следа лазерного луча при скорости лазера 50 мм/с

Наложением масштабной шкалы с ценой деления 0,1 мм и поперечного разреза образца проводили измерение глубины реза для различных пород древесины и скорости лазера. Влияние скорости лазера на глубину реза для сосны представлено на рисунке 3. Увеличение скорости в 4 раза сопровождается уменьшением глубины реза в 6 раз.

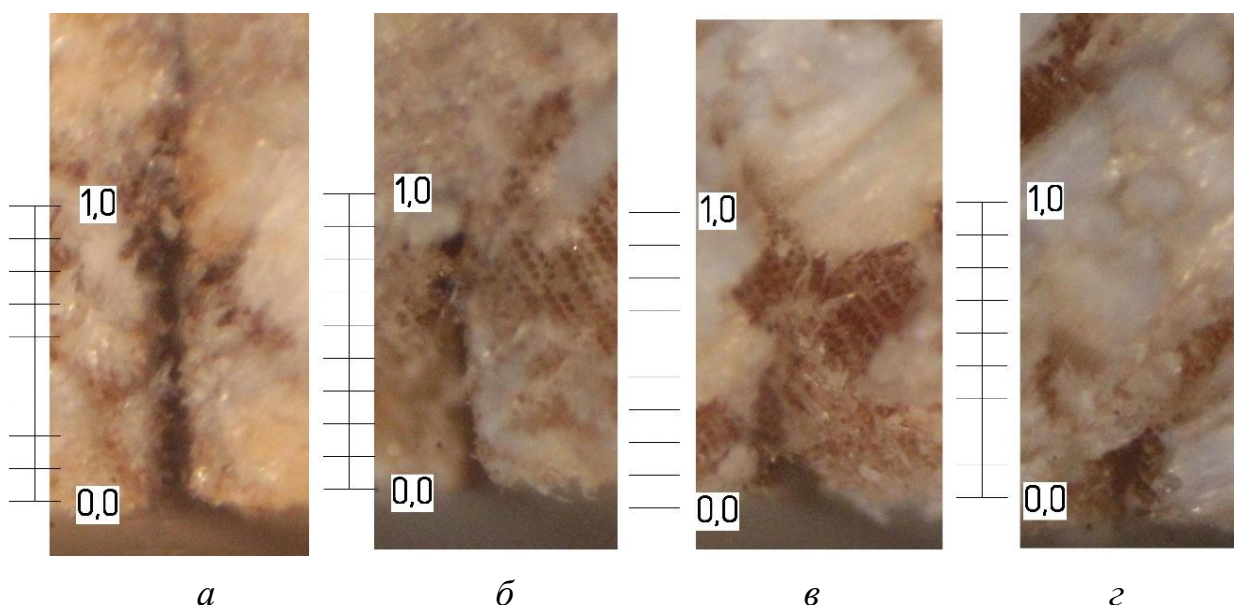


Рисунок 3. Микрофотографии поперечного разреза сосны со следом лазерного луча при скорости: а) 50 мм/с; б) 100 мм/с; в) 150 мм/с; г) 200 мм/с. Масштаб: 1 деление = 0,1 мм

При теоретическом расчете глубины реза исходили из предположения, что испарение является основополагающим механизмом удаления обрабатываемого материала. Тогда при составлении теплового баланса процесса гравировки можно считать, что вся энергия лазерного излучения уходит на нагрев обрабатываемого материала до температуры испарения и на скрытую теплоту испарения, и наибольшую глубину слоя испаряемого материала определить по следующей формуле [3, с. 256]:

$$h = \frac{2A \cdot P}{\pi r_f \rho v (cT_u + L_u)}, \quad (1)$$

где A – поглощательная способность поверхности, P – падающая на поверхность мощность излучения, r_f – радиус фокусировки лазера, v – скорость перемещения лазерного луча, ρ – плотность материала, c – удельная теплоемкость, T_u – температура испарения материала, L_u – скрытая теплота испарения.

Исходные параметры, которые применяли для расчета глубины реза, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета глубины реза

Параметр	Обозначение	Размерность	Значение
Поглощательная способность	A	–	0,8
Мощность лазера	P	Вт	5
Радиус фокусировки	r_f	мм	0,01125
Плотность материала	ρ	кг/м ³	900
Удельная теплоемкость	c	Дж/(кг·К)	2700
Температура испарения	T_u	⁰ С	1400
Скрытая теплота испарения	L_u	Дж/кг	16200

Сравнение результатов расчета и экспериментально определенных значений глубины реза для сосны при различных скоростях лазера показано на рисунке 4. Определение глубины реза, выполненное по формуле (1) демонстрирует удовлетворительное совпадение с экспериментальными результатами.

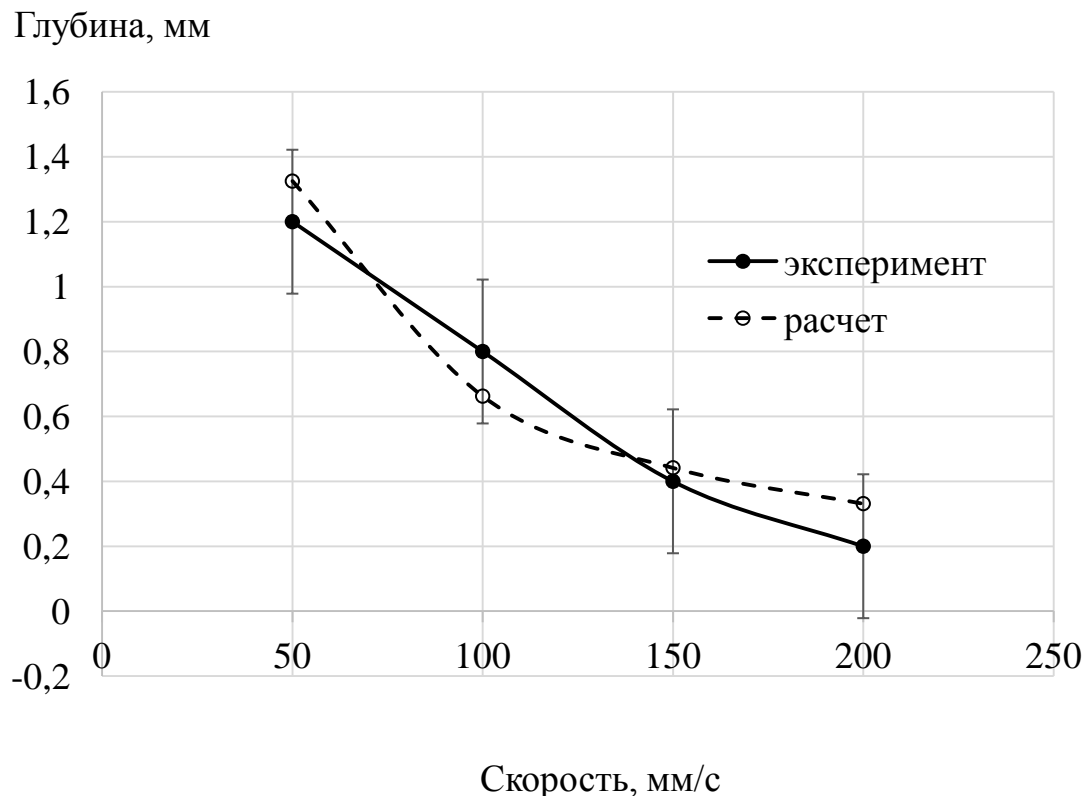


Рисунок 4. Влияние скорости лазера на глубину реза на поверхности сосны, мощность лазера 5 Вт

Таким образом, применение гравировальных станков с полупроводниковыми диодами небольшой мощности повышает качество обработки древесины в широком интервале скоростей лазера.

Библиографический список:

1. Поташева, А.Н. Лазерное гравирование как вид художественной обработки древесины / А.Н. Поташева, Н.О. Задраускайте // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки.— 2018.— № 7(23).—Alley-science.ru.

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

3. Гуреев, Д.М. Лазерный раскрой углеродных композиционных материалов / Д.М. Гуреев, С.И. Кузнецов, А.Л. Петров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.— 1999.— № 2. — С. 255–264.