

УДК 674.059

М. В. Новоселова, аспирант (УГЛТУ, Россия);
А. И. Кузнецов, кандидат технических наук (УГЛТУ, Россия)

ПРОВЕРКА ПЕРЕДАЧИ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНО-ГРАВИРОВАЛЬНОГО СТАНКА VL 4060 ПРИ УСТАНОВКЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

В статье рассмотрены вопросы измерения действительного диапазона уровня лазерного излучения в зоне обработки при заданном уровне с помощью настроечных параметров в программном обеспечении лазерно-гравировального станка VL 4060. Исследована зависимость уровня мощности лазерного излучения от настроечных параметров; проведен анализ данных с оценкой точности определения действительных характеристик лазерно-гравировального станка VL 4060 для правильной установки режимов обработки древесины.

In article questions of measurement of the valid range of level of laser radiation in a processing zone are considered at the set level by means of the software of the laser and engraving VL 4060 machine. Dependences of accuracy of determination of power of the VL 4060 machine on a power level of laser radiation are investigated; the analysis of data with an assessment of accuracy of definition of the valid characteristics of the laser and engraving VL 4060 machine for the correct installation of modes of processing of wood is carried out.

Введение. В последнее годы наблюдается бурное развитие производственных технологий, в т. ч. лазерных. Создано много разных конструкций лазеров с различными диапазонами и режимами.

Свойства, присущие лазерному излучению, обуславливают широкое применение лазера в различных областях. И деревообрабатывающая промышленность исключением не является. В настоящее время лазеры широко используются в деревообрабатывающей промышленности, причем за последние годы область их распространения значительно расширилась. Использование лазеров облегчает позиционирование заготовок, совмещение наружных рисунков двух заготовок, минимизацию образующихся отходов, монтаж сложных конструктивных элементов зданий и сооружений. Особый интерес представляют технологии лазерного резания шпона древесины и массивной древесины.

Использование лазеров при резке древесины по сравнению с механическими способами предоставляет такие преимущества, как меньшие потери материала, высокая точность пропила и низкий уровень шума.

Правильный выбор и использование оптимальных режимов лазерного резания позволит инженерам-технологам увеличить производительность лазерных станков.

Для проведения исследований по поиску оптимальных режимов резания на станке VL4060 необходимо получить передаточную зависимость уровня мощности лазерного излучения от настроечных параметров, задаваемых в программном обеспечении станка.

Решение данной задачи связано с трудностями, обусловленными некоторыми особенностями

лазерного излучения: высокой плотностью мощности и энергии.

Основная часть. В данной статье рассмотрены вопросы измерения действительного диапазона уровня лазерного излучения в зоне обработки при заданном уровне с помощью ПО лазерно-гравировального станка VL 4060.

Основными задачами исследований являются:

– анализ зависимости уровня мощности лазерного излучения VL4060 от настроечных параметров, задаваемых в ПО станка;

– проведение анализа результатов измерений с оценкой точности определения действительных характеристик лазерно-гравировального станка VL 4060;

– выявление факторов и степени их влияния на точность измерений.

Для осуществления исследований на кафедре инновационных технологий и оборудования деревообработки УГЛТУ был проведен эксперимент по измерению усредняемого во времени энергетического параметра лазерного излучения, как средняя мощность. Для этого применяли наиболее широко распространенный метод, основанный на преобразовании энергии лазерного излучения в тепловую энергию (тепловой метод).

Преимущества метода измерения энергетических характеристик с помощью тепловых приемников заключается в следующем.

1. Тепловые приемники могут применяться практически в любой оптической области спектра, для любых длин волн. Это обусловлено тем, что поглощающие поверхности приемного элемента могут быть сделаны черными для широкой области спектра.

2. Тепловые приемники неселективны, т. е. их чувствительность не меняется по спектру. Это обусловлено тем, что излучение любой длины волны может быть преобразовано в тепловую энергию с коэффициентом, близким к 100%. Это свойство тепловых приемников позволяет производить сравнение энергетических характеристик излучений лазеров в различных областях спектра.

3. Тепловые приемники позволяют проводить абсолютные измерения энергетических характеристик, так как возможна их абсолютная градуировка в единицах измеряемой величины.

4. Световые характеристики тепловых приемников характеризуются высокой линейностью, т. к. тепловой эффект пропорционален мощности поглощенного излучения для непрерывного излучения и полной энергии поглощенного излучения для импульсного излучения.

К недостаткам такого типа приемников относятся низкая чувствительность по сравнению с фотоэлектрическими приемниками и большая инерционность, что обусловлено малой скоростью процессов распространения и передачи тепла [2].

Экспериментальная установка включает в себя лазерно-гравировальный станок VL 4060, преобразователь лазерного излучения первичный измерительный калориметрический ТПИ-2М.1, мультиметр MasterProfessional M890C, ПК (рис. 1).

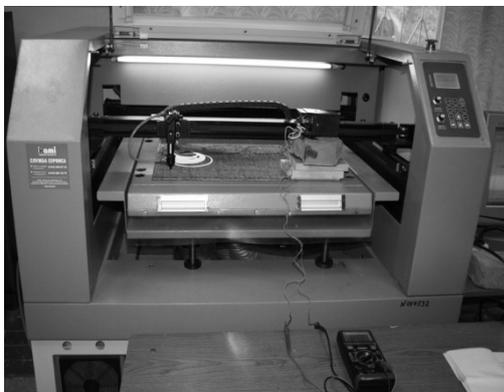


Рис. 1. Экспериментальная установка

Преобразователь ТПИ-2М является калориметром с твердотельным приемным элементом и предназначен для преобразования энергии однократного импульса излучения лазера в пропорциональный электрический сигнал (рис. 2).

Сущность этого метода измерений заключается в том, что в первичном измерительном преобразователе (далее ПИП) происходит как минимум двукратное преобразование энергии, при этом всегда в таком порядке: сначала часть входной оптической энергии в приемном элементе ПИП преобразуется в тепловую, а затем часть тепловой энергии, пропорциональная входной

оптической величине, в чувствительном элементе ПИП преобразуется в сигнал измерительной информации, удобный для дальнейшей передачи, преобразования или регистрации [3].



Рис. 2. Преобразователь ТПИ-2М

Количество тепла ΔQ вызывает повышение температуры ΔT в твердотельном калориметре с массой поглотителя m :

$$\Delta Q = c_p m \Delta T, \quad (1)$$

где c_p – удельная теплоемкость материала поглотителя при постоянном давлении.

Абсолютные значения энергии и также мощности измеряемого излучения получаются согласно одному из значений ΔT и величин c_p и m . Точность измерения энергии, т. е. совпадение ΔQ с измеряемой энергией излучения, зависит от того, как хорошо устраняются потери тепла (обусловленные отражением, теплопроводностью, переизлучением и конвекцией) и контролируются зависящие от температуры свойства калориметра (например, удельная теплоемкость c_p) [4].

Так, импульс энергии излучения (входной сигнал) при взаимодействии с веществом приемного преобразователя ТПИ-2М.1 превращается в тепловую энергию. Преобразователь ТПИ-2М.1 имеет предел допускаемой основной относительной погрешности 4,8%, время достижения максимального значения ЭДС 18,3 с, время спада ЭДС до уровня 0,98 от максимального значения 9,5 с.

Преобразователь аттестован на длине волны $\lambda_1 = 1,06$ мкм и $\lambda_2 = 10,6$ мкм. Коэффициент преобразования энергии при аттестованной длине волны лазерного излучения $A_{\text{оси}} = 52$ мкВ/Дж.

Для измерения тепловой энергии, выделившейся в преобразователе ТПИ-2М.1, использовали мультиметр MasterProfessional M890C, который изготовлен и испытан в соответствии с IEC-1010 с категорией защиты по перегрузке по напряжению CAT II и 2-й категории по защите от воздействия окружающей среды (рис. 3).

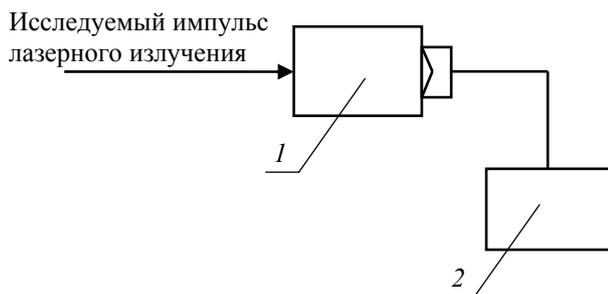


Рис. 3. Схема соединения приборов для измерения мощности лазерного излучения с помощью преобразователя ТПИ-2М:

1 – преобразователь ТПИ-2М.1;

2 – мультиметр MasterProfessional M890C

В ходе проведения эксперимента мощность лазерного излучения (P , %) изменялась ступенчато и соответствовала: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 процентам от максимальной мощности станка, которая составляет 65 Вт. Каждому значению соответствовало одно значение уровня мощности.

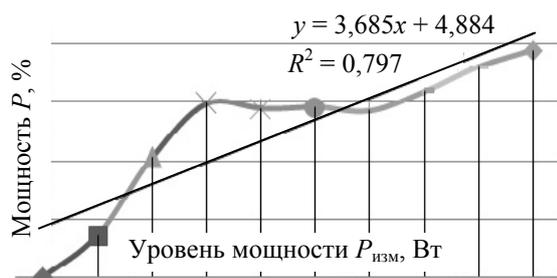


Рис. 4. Зависимость уровня мощности лазерного излучения станка VL 4060 от настроечных параметров, задаваемых в ПО станка

Скорость (V , мм/с), время (t , с) и расстояние (l , мм) перемещения лазерного луча по прямоли-

нейной плоскости не изменяли. Скорость составляла 10 мм/с, время – 10 с, расстояние – 100 мм.

По результатам измерений построен график зависимости мощности лазерного излучения станка VL 4060, измеренного от уровня мощности лазерного излучения (рис. 4).

По полученным результатам измерений были найдены порядок и коэффициенты полинома (с помощью МНК), которые при подборе эмпирических формул были аппроксимированы линейной зависимостью при помощи пакета прикладной программы Excel [5].

Заключение. Проведенные исследования показывают действительные характеристики лазерно-гравировального станка VL 4060, которые необходимо учитывать для правильной установки режимов обработки.

Литература

1. Новоселова М. В., Кузнецов А. И., Николаева Т. Ю. Математическая модель режимов лазерного резания древесины березы // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды VIII Междунар. Евраз. симпоз. Екатеринбург, 2013. URL: http://symposium.forest.ru/article/article/2013/4_equipment/pdf/Novoselova.pdf (дата обращения: 05.12.2013).
2. Прокофьев А. В. Метрология оптико-волоконного приборостроения. СПб. НИУ ИТМО, 2012. 4 с.
3. Котюк А. Ф. Измерение энергетических параметров и характеристик лазерного излучения. М.: Радио и связь, 1981. – 27 с.
4. Справочник по лазерной технике: пер. с нем. М.: Энергоатомиздат, 1991. 544 с.
5. Обработка результатов измерений / Г. А. Весничева [и др.]. СПб.: СПбГУАП, 2003. 24 с.

Поступила 28.02.2014