

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛАЗЕРНОГО СТАНКА НА ФОРМУ И РАЗМЕРЫ ЛАЗЕРНОГО РЕЗА

Шмонина В.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Мадвейко С.И. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

**Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния скорости перемещения лазерного луча и мощности его излучения на ширину и форму реза.

**Ключевые слова:** лазерная резка, ширина лазерного реза.

**Введение.** Лазерная резка является перспективным направлением в технологии обработки всевозможных материалов, в том числе неметаллов. Неметаллы подразделяют на классы материалов, значительно отличающиеся по свойствам и способам обработки, поэтому для них практически единственными способами резки оставались механические. И только с разработкой лазера появилась возможность применения практически бесконтактного метода обработки материалов с помощью неизнашивающегося инструмента [1,2].

Качество резки является комплексным критерием технологического процесса и характеризует результаты обработки следующими показателями: точностью геометрических размеров, степенью соответствия поперечной и продольной формы реза или отверстия заданной, шероховатости и волнистости обработанной поверхности, а также составом и свойствами приповерхностного слоя. Профиль поперечного сечения во многом определяется скоростью резки при постоянной мощности излучения, значение которой гарантирует сквозное прорезание материала. При этом уменьшение ширины реза на нижней кромке с увеличением скорости происходит быстрее, чем на верхней. Это означает, что поперечный профиль реза изменяется от расширяющегося до сужающегося на нижней кромке [2,3].

Для достижения минимальной конусности поперечного профиля необходим подбор оптимального режима резки для обрабатываемого материала.

**Основная часть.** Лазерная резка проводилась на станке СМА1309-В-А. Лазерный станок предназначен для раскроя листовых материалов. Для проведения экспериментов используется листовая пластик РММА толщиной 3 мм.

Измерялись ширина реза, и вычислялась его конусность. Исследования проводились на образце с прорезями (рисунок 1).

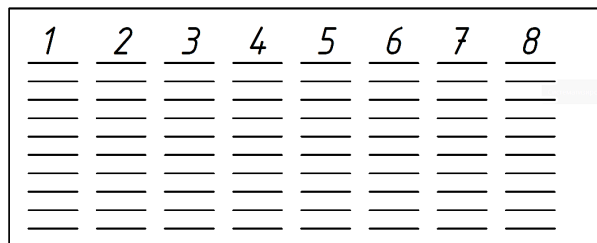


Рисунок 1 –Исследуемый образец с прорезями

Каждому номеру строки с прорезями соответствует свой режим резки. Режимы отличаются скоростью резки и мощностью лазерного излучения. Режимы приведены в таблице 1.

При помощи инструментального микроскопа была измерена ширина прорезей  $b_1$  и  $b_2$  для каждой строки. Схематичное изображение поперечного сечения лазерного реза представлено на рисунке 2.

Таблица 1 – Режимы для лазерной резки заготовок

	1	2	3	4	5	6	7	8
$P$ , Вт	20	28	36	20	28	36	28	36
$V$ , мм/с	6	6	6	13	13	13	20	20

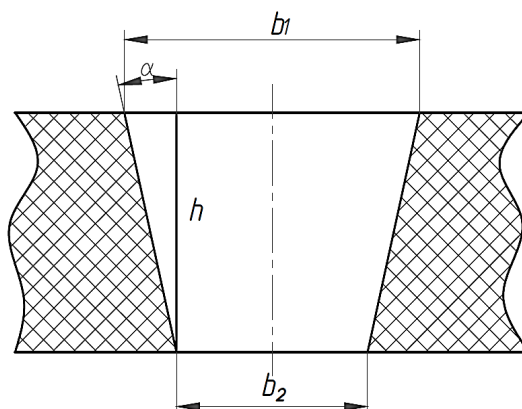


Рисунок 2 –Схематичное изображение поперечного сечения лазерного реза

Результаты измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

№ режима № эксп.	1		2		3		4	
	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм
1	0,327	0,178	0,220	0,216	0,272	0,286	0,363	0,075
2	0,332	0,188	0,224	0,205	0,289	0,294	0,326	0,090
3	0,329	0,191	0,212	0,211	0,260	0,293	0,328	0,093
4	0,316	0,179	0,204	0,199	0,257	0,310	0,303	0,082
5	0,291	0,169	0,206	0,198	0,250	0,305	0,300	0,093
6	0,341	0,169	0,214	0,200	0,259	0,297	0,310	0,104
7	0,330	0,165	0,208	0,194	0,255	0,299	0,318	0,108
8	0,302	0,173	0,204	0,196	0,263	0,298	0,325	0,109
9	0,292	0,180	0,201	0,189	0,267	0,288	0,309	0,101
10	0,303	0,164	0,212	0,189	0,254	0,298	0,302	0,107
среднее	0,316	0,176	0,211	0,200	0,263	0,297	0,318	0,096
№ режима № эксп.	5		6		7		8	
	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм	$b_1$ , мм	$b_2$ , мм
1	0,327	0,124	0,224	0,202	0,184	0,110	0,200	0,140
2	0,332	0,134	0,225	0,177	0,190	0,106	0,205	0,141
3	0,329	0,128	0,213	0,196	0,192	0,118	0,204	0,125
4	0,316	0,128	0,199	0,189	0,191	0,125	0,210	0,126
5	0,291	0,126	0,213	0,193	0,208	0,113	0,197	0,120
6	0,341	0,141	0,208	0,188	0,198	0,094	0,203	0,132
7	0,330	0,141	0,207	0,188	0,197	0,103	0,217	0,135
8	0,302	0,128	0,209	0,181	0,190	0,116	0,200	0,120
9	0,292	0,121	0,214	0,195	0,187	0,110	0,208	0,138
10	0,303	0,138	0,219	0,191	0,197	0,118	0,207	0,136
среднее	0,207	0,131	0,213	0,190	0,193	0,111	0,205	0,131

Для вычисления угла  $\alpha$  использовали формулу 1:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{1}{h} \cdot \frac{b_1 - b_2}{2}\right) \quad (1)$$

По измерениям ширины прорезей рассчитали величину конусности  $\alpha$  (таблица 3). В случае с отрицательными углами, величина  $b_2$  больше чем  $b_1$ .

Таблица 3 – Величины угла конусности

№ режима № эксп.	1	2	3	4	5	6	7	8
	$\alpha, ^\circ$							
1	1,423°	0,038°	-0,134°	2,748°	0,688°	0,210°	0,707°	0,573°
2	1,375°	0,181°	-0,048°	2,252°	0,592°	0,458°	0,802°	0,611°
3	1,318°	0,010°	-0,315°	2,243°	0,840°	0,162°	0,707°	0,754°
4	1,308°	0,048°	-0,506°	2,109°	0,745°	0,095°	0,630°	0,802°
5	1,165°	0,076°	-0,525°	1,976°	0,773°	0,191°	0,907°	0,735°
6	1,642°	0,134°	-0,363°	1,966°	0,812°	0,191°	0,993°	0,678°
7	1,575°	0,134°	-0,420°	2,005°	0,497°	0,181°	0,898°	0,783°
8	1,232°	0,076°	-0,334°	2,062°	0,831°	0,267°	0,707°	0,764°
9	1,069°	0,115°	-0,201°	1,985°	0,850°	0,181°	0,735°	0,668°
10	1,327°	0,220°	-0,420°	1,861°	0,668°	0,267°	0,754°	0,678°
среднее	1,343°	0,103°	-0,327°	2,121°	0,730°	0,221°	0,784°	0,705°

Как показали результаты, ширина реза  $b_1$  при 2, 5, 6, 7, 8-ом режимах резки примерно равна. Но наименьшие показатели конусности, угол  $\alpha$ , получаются при режимах 2 и 6.

**Заклучение.** Проведено исследование влияния мощности лазерного луча и скорости реза на размеры получаемых заготовок. Выделены наиболее оптимальные режимы резки, при которых ширина реза и угол отклонения от перпендикуляра минимальны: режим 2 ( $P = 28\text{Вт}$ ,  $V = 6\text{ мм/с}$ ) и режим 6 ( $P = 36\text{ Вт}$ ,  $V = 13\text{ мм/с}$ ).

### Список литературы

1. Шмони́на, В. Ю. Современное технологическое оборудование для лазерной обработки материалов электронной техники / В. Ю. Шмони́на // Электронные системы и технологии [Электронный ресурс] : сборник материалов 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18-22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2022. – С. 509–512. – Режим доступа : <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/46926>.
2. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб.пособие для вузов/ А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров; под ред.А.Г. Григорьянца. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с..
3. Григорьянц А.Г. Лазерная обработка неметаллических материалов: Учеб.пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, А.А. Соколов; под ред. А.Г. Григорьянца. –Москва:Высш. шк., 1988. – 191 с.

UDC 621.373.8

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE OPERATING MODES OF THE LASER CUTTER ON THE SHAPE AND DIMENSIONS OF THE LASER CUT

*Shmonina V.J.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Madveika S.I. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT*

**Annotation.** The results of the study of the influence of the speed of movement of the laser beam and the power of its radiation on the width and the shape of the cut is presented.

**Keywords:** laser cutting, laser cut width.