

УДК 669

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕЗКИ ПОРОШКОВОГО ПРОКАТА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Мельниченко О.П., ассистент
Ковшов Е.Д., студент гр. 21-ТНК, III курс
Фарафонтова А.А., студент гр. 20-ТНК, IV курс
Научный руководитель: Гаврилов Г. Н., д.т.н., профессор
Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е.Алексеева
г. Нижний Новгород

Представлены принципиальные возможности резки металлических порошковых материалов различных марок высокоэнергетическим лазерным излучением.

Актуальность работы заключается в разработке высокопроизводительных методов раскроя листовых порошковых материалов, что значительно позволит расширить область их применения и повысить качество вырезаемых заготовок.

Исследовалась возможность лазерной резки металлических материалов, изготовленных методом порошковой металлургии (таблица 1).

Таблица 1. Марки и толщины исследуемых материалов

Марка материала	Толщина материала, мм
ФНС-5	0,20
МД-40	0,40
ПНС-5	2,00
ПНС-10	1,00
ТПП-7	0,70
УМБ8-М	3,00

Резка образцов пористого проката проводилась на твердотельной лазерной установке FSC-2000 в импульсном квазинепрерывном режиме излучения.

При отработке режимов лазерной резки из образцов вырезались прямоугольные секторы размером 20x20 мм.

Наиболее оптимальные параметры лазерной резки металлических образцов из порошкового материала представлены в таблице 2.

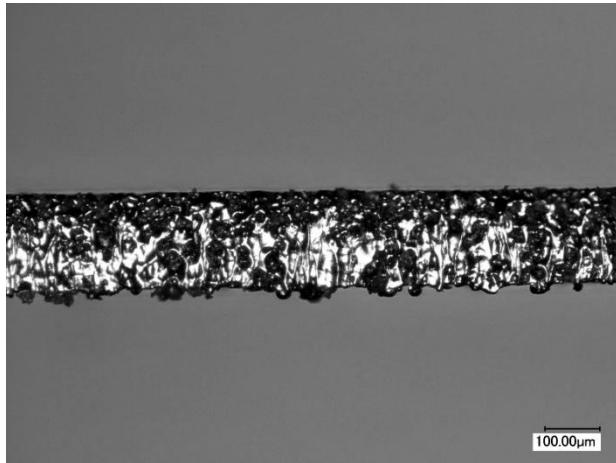
Таблица 2. Оптимальные параметры лазерной резки металлических образцов из порошкового материала

Параметр процесса	Значение параметра
Длина волны лазерного излучения	1,06мкм
Плотность мощности лазерного излучения	(70-200) кВт/мм ²
Защитный газ для всех образцов	Азот
Давление при подаче азота в зону резки	16-20 кгс/см ²
Скорость резки в зависимости от толщины материала	(12,5-16,6) см/с
Для устранения грата на ТПП-7 (титан) защитный газ	Аргон

Внешний вид кромок рассматриваемых порошковых материалов после лазерной и механической резки (для сопоставления качества) представлен рисунках 1, 2.

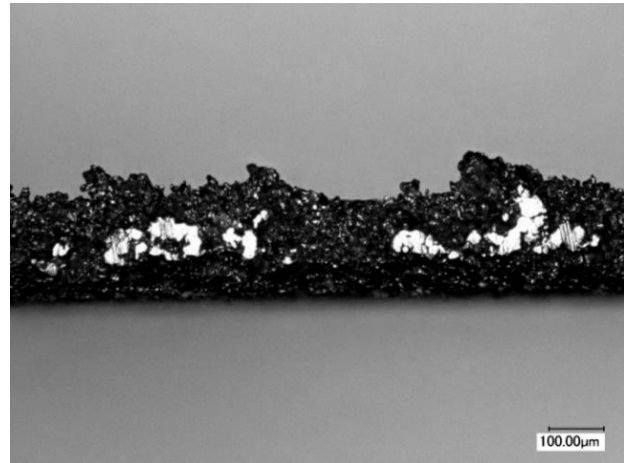
В рассматриваемых образцах порошкового проката после процесса лазерной резки на режимах, представленных в таблице 2 наблюдается наличие грата на нижней кромке в виде расплавленного металла, застывшего в форме потёков, что может свидетельствовать о недостаточной плотности мощности лазерного излучения, применяемого для резки порошкового материала. Наименьшее количество грата наблюдается на образцах марок ПНС-5, ПНС-10, ТПП-7 и УМБ8-М, т.е. при толщине проката более 0,7 мм. Грат легко отделяется от комки режущим или абразивным инструментом.

В углах рассматриваемых образцов порошкового проката объём оплавленного металла практически не превышает объём оплавленного металла на кромках, что свидетельствует о малом влиянии на качество реза процесса торможения и разгона оптической системы лазерной установки при изменении направления резки.



ФНС – 5 лазерная резка

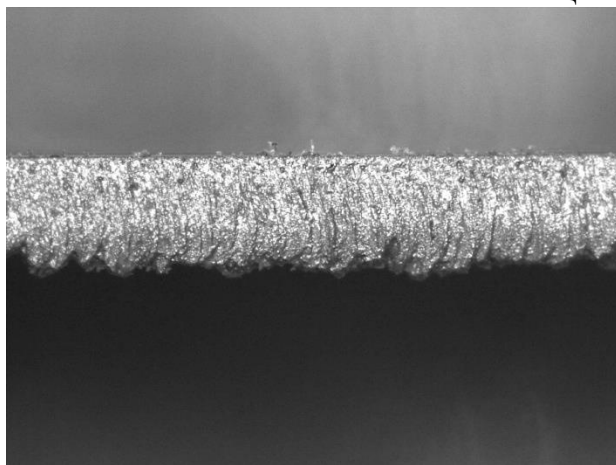
х65



ФНС – 5 механическая резка

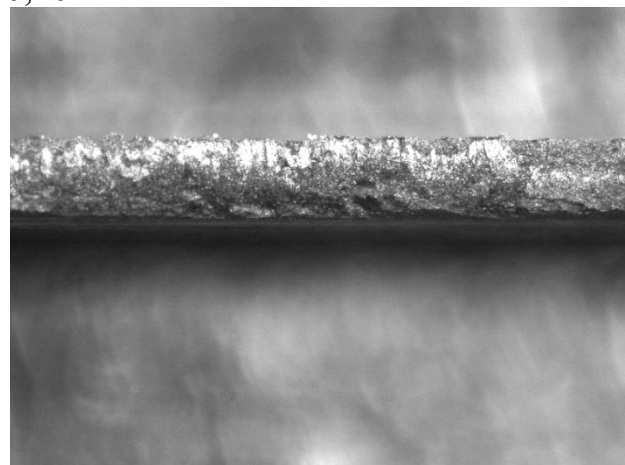
х65

толщина 0,20 мм



МД – 40 лазерная резка

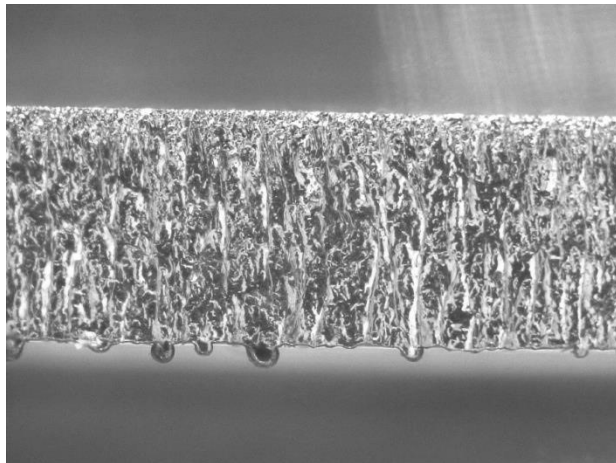
х35



МД – 40 механическая резка

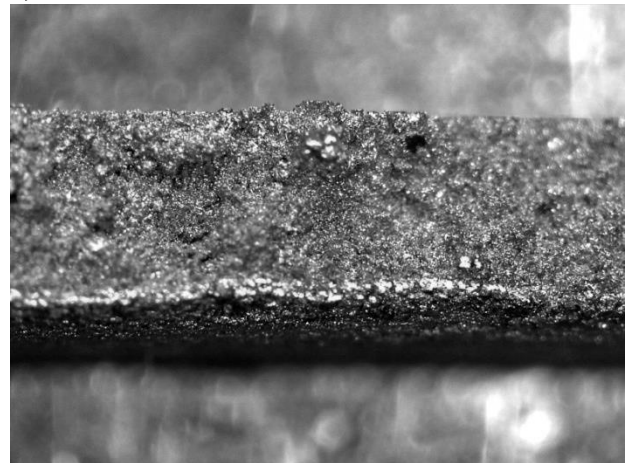
х35

толщина 0,40 мм



ПНС – 5 лазерная резка

х20

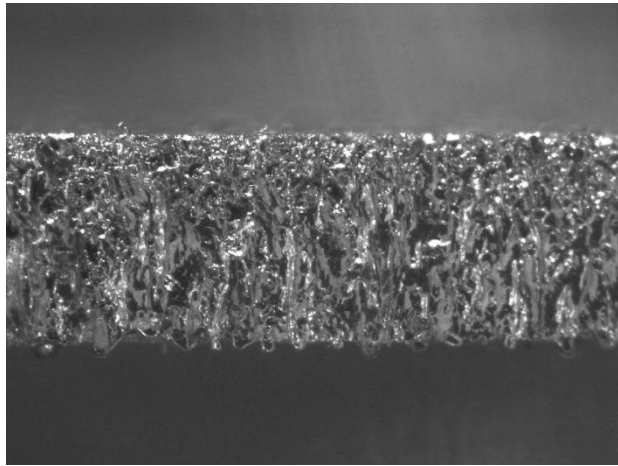


ПНС – 5 механическая резка

х20

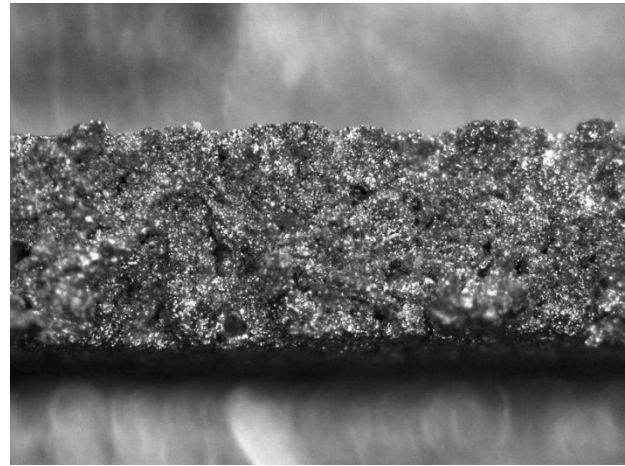
толщина 2,00 мм

Рисунок 1. Внешний вид кромки пластин порошкового проката различных марок после лазерной и механической резки.



ПНС – 10 лазерная резка

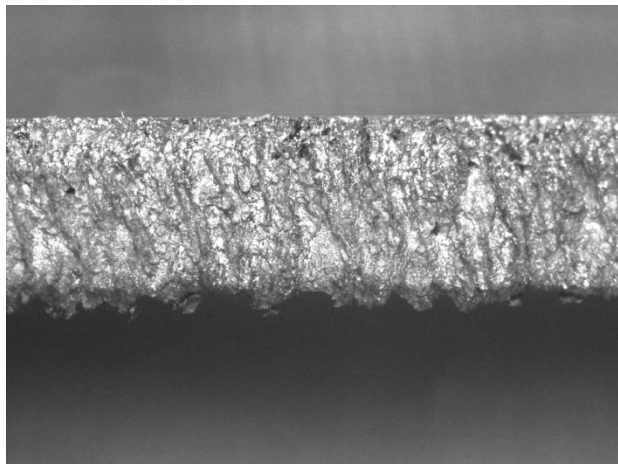
х35



ПНС – 10 механическая резка

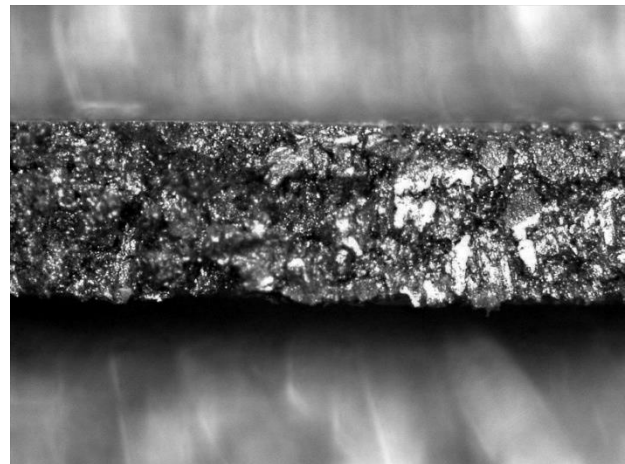
х35

толщина 1,00 мм



ТПП – 7 лазерная резка

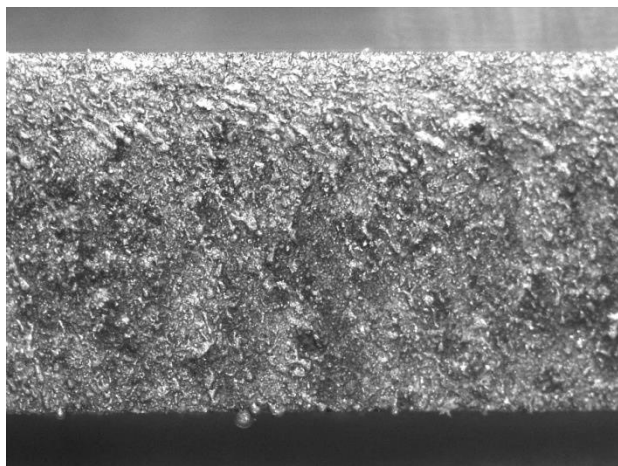
х35



ТПП – 7 механическая резка

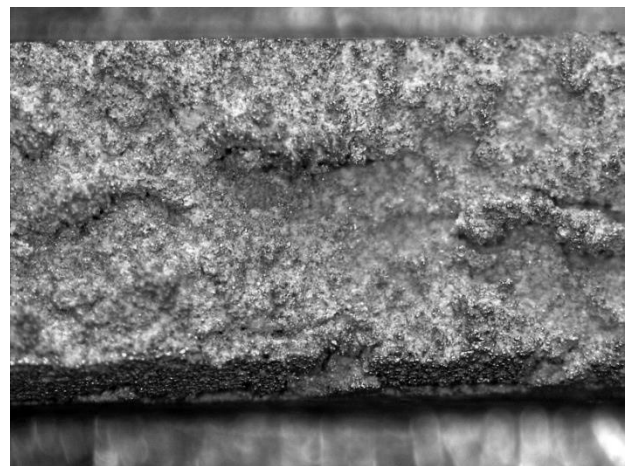
х35

толщина 0,70 мм



УМБ8 – М лазерная резка

х20



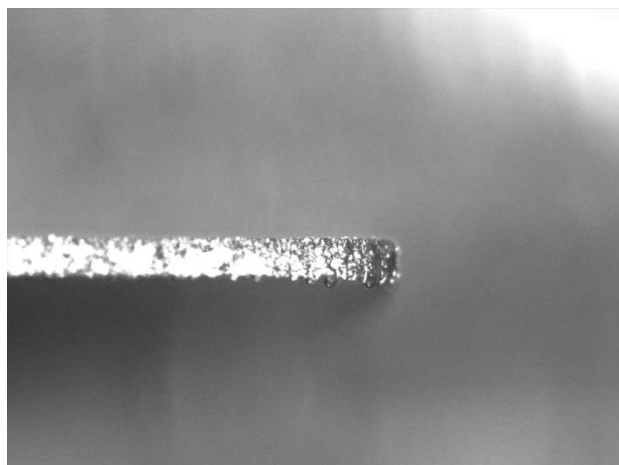
УМБ8 – М механическая резка

х20

толщина 3,00 мм

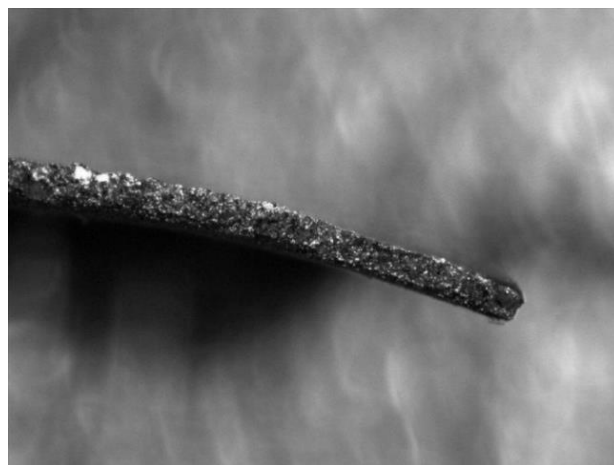
Рисунок 2. Внешний вид кромки пластин порошкового проката различных марок после лазерной и механической резки.

При сопоставлении качества кромок после механической и лазерной резки установлено, что лазерная резка обеспечивает меньшую величину шероховатости кромки и меньшее значение деформации в процессе резки, что хорошо демонстрируется рисунком 3 на примере сопоставления между собой концов кромок реза образцов после лазерной и механической резки порошкового проката марки ФНС – 5.



ФНС – 5 лазерная резка

x35



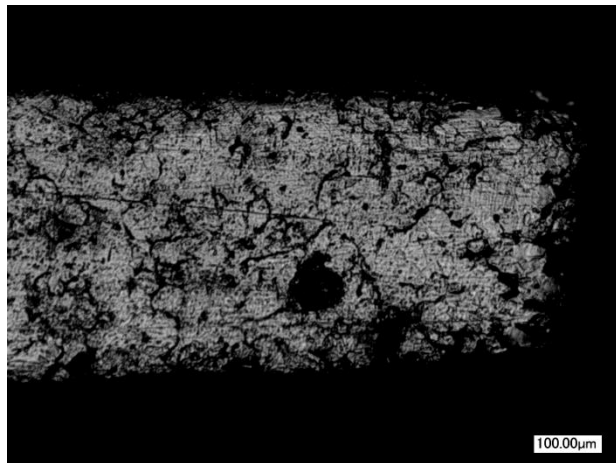
ФНС – 5 механическая резка

x35

толщина 0,20 мм

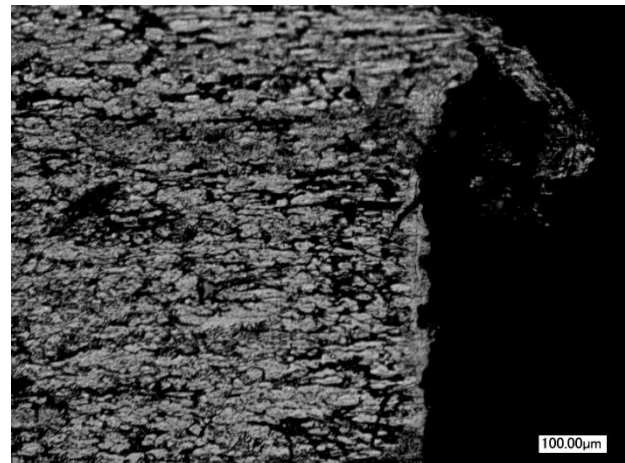
Рисунок 3. Сравнение концов кромок реза образцов после лазерной и механической резки порошкового проката марки ФНС – 5

На рисунке 4 представлена микроструктура кромок исследуемых образцов после лазерной резки. Исследование микроструктуры проводилось методом оптической металлографии на микроскопе KEYENCE VHX-1000 .



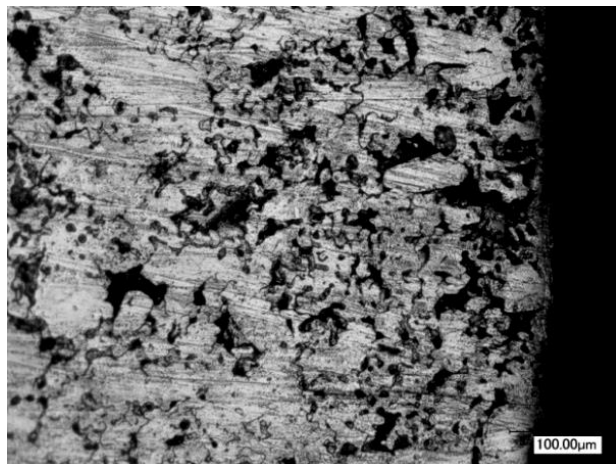
ФНС – 5

x1000



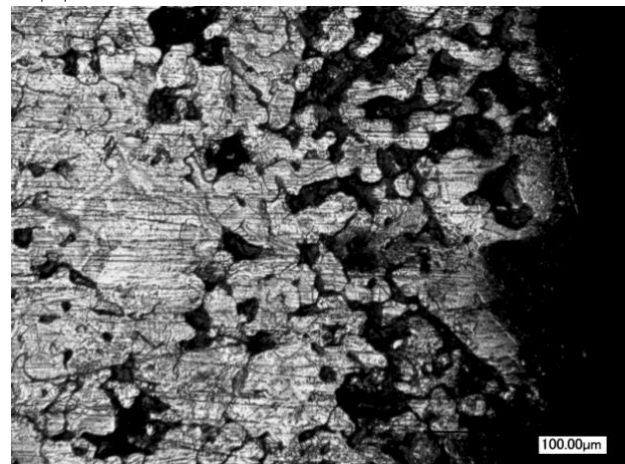
МД – 40

x1000



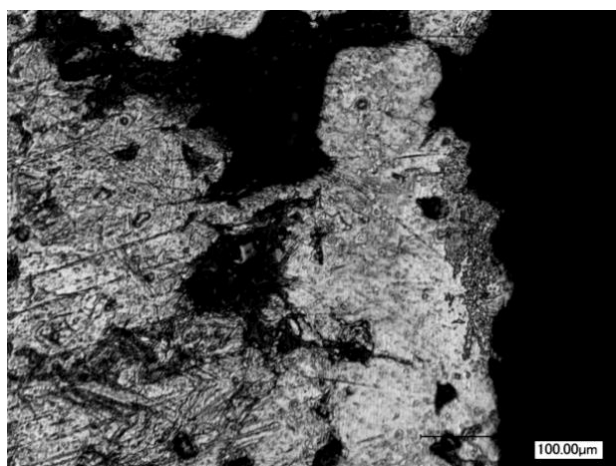
ПНС – 5

x1000



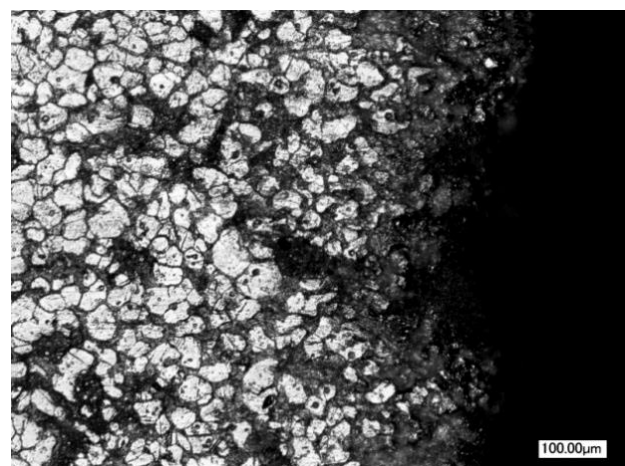
ПНС – 10

x1000



ТПП – 7

x1000



УМБ8 – М

x1000

Рисунок 4. Микроструктура кромок пластин порошкового проката различных марок после лазерной и механической резки.

В ходе проведения металлографического исследования кромок различных марок порошковых материалов после лазерной резки установлено:

- Микроструктура исследуемых материалов, прилегающая к зоне оплавления лазерным излучением не отличается от микроструктуры

основного материала как по толщине всего сечения, так и по длине поверхностей исследуемых образцов.

- Зона термического влияния, возникшая в результате взаимодействия порошковых материалов с высокоэнергетическим лазерным излучением в различных местах не превышает зоны оплавления материалов излучением лазера и сопоставима с размером 1-3 частиц спечённого порошка, а именно:

ФНС – 5: (11,24 – 19,94) мкм;
МД – 40: (10,72 – 27,41) мкм;
ТПП – 7: (22,71 – 113,90) мкм;
ПНС – 5: (10,39 – 28,73) мкм;
ПНС – 10: (12,50 – 21,91) мкм;
УМБ8 – М: (34,75 – 52,65) мкм.

- Установлено, что размер зоны оплавления на поверхности исследуемых образцов изменяется в небольших пределах от 3 до 18 мкм в зависимости от толщины разрезаемых образцов. По толщине исследуемых образцов зона оплавления изменяется в более широких пределах от 4 до 28 мкм в зависимости от толщины материала и его химического состава, что обусловлено переотражением луча от стенок парогазового канала, формируемого в процессе лазерной резки и воздействием на материал поверхностной плазмы.

Наибольшее значение величины зоны термического влияния зафиксировано у образца марки ТПП–7 (основа - титан), резка которого возможно только в инертных газах или в вакууме.

Таким образом, использование лазерной резки для раскроя порошкового проката более перспективно по сравнению с механическими методами, поскольку позволяет обеспечить требуемое качество поверхности при отсутствии дополнительной механической обработки.

Список литературы:

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.: ил.
2. Технология лазерной сварки. Методические рекомендации: А.М. Чирков, О.Ф. Очин, Н.В. Грезев – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2022. – 192 с.
3. А. Игнатов. Лазерная сварка сталей мощными CO₂ – лазерами. Часть 1. Фотоника 6/2008, с. 10 – 17.