ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/362

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА, ПОЛУЧЕННОГО SLM МЕТОДОМ

Фомин В.М., Голышев А.А., Оришич А.М., Филиппов А.А.

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН

Введение. В настоящее время технология аддитивного выращивания изделий для различных деталей методом SLM (Selective Laser Melting) успешно реализуется научными коллективами в России, Великобритании, США, Китае. Данная технология прежде всего в таких высокотехнологичных отраслях, как авиация, ракетно-космическая техника, судостроение, химическое машиностроение, энергетика, автомобилестроение и др. [1, 2]. Тем не менее, ряд проблем все еще остается нерешенным; они связаны с качеством детали, получаемого аддитивными методами: грубая дендритная структура и текстура деталей из титановых сплавов, существенная пористость деталей из алюминиевых сплавов, а также грубая дендритная структура деталей на основе железа [3]. Эти структурные особенности материалов, изготовленных методом SLM, могут существенно снизить уровень механических свойств (предел ползучести, предел прочности на разрыв, вязкость при разрыве, ударную вязкость, срок службы при малоцикловой и многоцикловой усталости). В то же время потенциальные потребители технологий (аэрокосмическая, судостроительная и транспортная отрасли) предъявляют высокие требования к прочностным характеристикам готовых деталей. В связи с этим данная работа направлена на решение проблемы достижения более высоких механических свойств выращиваемых материалов посредством вибрационного воздействия для управления процессом аддитивного создания металлокерамических композитов.

Целью работы является исследование влияния непрерывного и импульсно-периодического лазерного излучения на формирование металлокерамических композитов методом SLM. Основная цель – оптимизировать процесс лазерной наплавки и иметь монолитную структуру с минимальной шероховатостью. Отметим, что метод оптимизации хорошо работал на практике при анализе процесса лазерной резки [4].

Методы и результаты. В качестве керамики использовался фрагментарный порошок карбида бора B4C (рис. 1а); средний размер был $d = 40$ мкм. В качестве металлического связующего использовался сферический порошок на основе титана BT6 (90% Ti + 6% Al + 4% V) (рис. 1б), его размер варьировался от 10 до 45 мкм.

Порошки смешивали в V-смесителе Venus FTLMV-02 в различных соотношениях в течение одного часа до однородной порошковой смеси. В качестве подложки использовалась пластина из титанового сплава BT20 размером 48 x 48 x 5 мм.

а

б

Рис. 1. EDX-изображение с электронного микроскопа порошков карбида бора (а) и BT6 (б)

Секция 10. Аддитивные технологии формирования материалов, изделий и элементов конструкций с иерархически организованной структурой

Лазерная оболочка проводилась на установке АЛТК «Сибирь-1» на основе газоразрядного CO₂-лазера с импульсно-периодическим излучением и АЛТК «Сибирь-4» на основе газоразрядного CO₂-лазера с непрерывным излучением, длина волны 10,6 мкм [5]. Эти комплексы были разработаны в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН.

В ходе работы лазерная оболочка была оптимизирована для получения качественных одиночных дорожек. Оптимизация включала изменение таких параметров, как скорость движения луча V , мощность излучения W и параметры фокусировки F .

Сравнительный анализ образцов, выполненных непрерывным и импульсно-периодическим излучением, показывает различия в макро- и микроструктуре. На макроуровне в случае импульсно-периодического излучения пор в формирующихся многослойных структурах практически нет. В то же время в образце (B4C 10 мас.%), Полученном непрерывным излучением, наблюдаются как крупные одиночные поры, так и микропоры.

Показано, что импульсно-периодическое излучение образует композит с более однородной структурой, меньшим количеством дефектов и более высокой износостойкостью, чем у непрерывного излучения.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 1619-10300.

1. Davydova A., Domashenkov A., Sova A., et al. Selective laser melting of boron carbide particles coated by a cobalt-based metal layer // J. Materials Process. Technol. 2016. Vol. 229. P.361–366.
2. Голышев А.А., Оришич А.М., Филиппов А.А. Законы подобия лазерной наплавки металлокерамических покрытий // Прикладная механика и техническая физика. 2019. Т. 60. № 4 (356). С. 194-205.
3. Filippov A.A., Fomin V.M., Orishich A.M., et al. Investigation of the microstructure of Ni and B4C ceramic-metal mixtures obtained by cold spray coating and followed by laser cladding // Proceedings of the XXV conference on high-energy processes in condensed matter (HEPCM 2017). 2017. 030019.
4. Фомин В.М., Голышев А.А., Оришич А.М., Шулятьев В.Б. Энергетика высококачественной резки стали волоконным и CO₂-лазерами // Прикладная механика и техническая физика. 2017. Т. 58. № 2 (342). С. 212-220.
5. Киселева Т.А., Голышев А.А., Яковлев В.И., Оришич А.М. Влияние теплового следа от оптического пульсирующего разряда на силу аэродинамического сопротивления // Теплофизика и аэромеханика. 2018. Т. 25. № 2 (110). С. 269-276.