

УДК 620.178.15

Повышение механических свойств материала изделий, полученных с использованием технологии лазерного спекания металлопорошковой композиции

Глушеников Владимир Александрович^(*)

imp@ssau.ru

Носова Екатерина Александровна

nosova.ea@ssau.ru

Хаймович Александр Исаакович

khaymovich.ai@ssau.ru

Орунджова Тамара Сергеевна

sargaeva.ts@ssau.ru

Самарский университет, Самара, Россия

Аннотация. Предложен метод повышения качества материала изделий, полученных с помощью аддитивных технологии лазерного спекания металлопорошковых композиций (МПК), путем дополнительной обработки их импульсным магнитным полем (ИМП). Представлена технологическая схема такого бесконтактного физического воздействия на пластины, распечатанные на 3D-принтере. Проведенные механические испытания обработанных ИМП образцов из МПК Al-Si показали увеличение σ_B , $\sigma_{0.2}$, Hv на 25–30 % при почти не меняющемся относительном удлинении δ . Проведенный цикл металлографических и рентгеноструктурных исследований позволил составить механизм такого воздействия, связанного с возникновением в материале образцов вихревых токов в десятки килоампер с длительностью действия 50–100 микросекунд. Установлено, что выделившиеся при этом тепло приводит к локальным микрооплавлениям, значительной неоднородности температурных полей, вызывающей изменение структуры в пограничном межзеренном слое, изменение уровня и характера распределения остаточных напряжений. Кроме того, термомеханическое воздействие ИМП приводит к уменьшению объемной доли пор. Предложенный метод позволяет улучшать механические свойства изделий, полученных с помощью аддитивных технологий.

Ключевые слова: аддитивная технология, металлопорошковая композиция, магнитно-импульсная обработка, металлографический, рентгеноструктурный анализ, механические свойства

Введение. В аэрокосмической промышленности все больше внимание уделяется аддитивным технологиям [1]. Перспектива их применения в первую очередь определяется качеством материала полученных изделий [2]. Однако существующие технологии значительного эффекта повышения, механических свойств не дают. Задача повышения качества материала (его механических свойств) является актуальной.

Технологическая схема. Предложена дополнительная обработка образцов, полученных 3D-печатью, импульсным магнитным полем (ИМП) [3, 4]. При воздействии ИМП в пластине наводятся вихревые токи в десятки килоампер. При их протекании выделяется большое количество тепла (тепловой удар). Электросопротивление материала неоднородно и определяется его строением. Наибольшее сопротивление имеют межзеренные границы, где и выделяется

наибольшее количества тепла. В результате такого физического воздействия установлено повышение механических свойств материала на 25–30 %.

Результаты металлографических и рентгенографических исследований. Выявлено образование столбчатых кристаллов в пограничной межзеренной зоне. Их величина определяется значениями наведенных токов. Твердость таких зерен вдвое превышает твердость самих зерен. В этих зонах обнаружено некоторое выделение кремния. Обобщение результатов экспериментальных исследований позволило создать механизм процессов, происходящих в порошковом материале при протекании по нему импульсных наведенных токов. Температура нагрева металла в межзеренной зоне достигает значений достаточных для микрооплавления. Последующая кристаллизация определяет объем и направление столбчатых кристаллов. При этом наблюдается схлопывание определенного количества пор. Все эти эффекты и определяют повышение механических свойств обработанного ИМП материала.

Список источников

- [1] Чуканов А.Н., Гвоздев А.Е., Сергеев А.Н. и др. Оценка свойств изделий аддитивного производства, полученных в рамках ФЦП по SLM-технологии. *Университет XXI века: научное измерение. Матер. науч. конф. науч.-пед. работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л.Н. Толстого: сб. науч. тр.* Тула, ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2019, с. 15–30.
- [2] Агаповичев А.В., Хаймович А.И., Кокарева В.В. и др. Определение рациональных технологических параметров селективного лазерного сплавления алюминиевого сплава AlSi10Mg. *Перспективные материалы*, 2021, № 10, с. 65–73.
- [3] Гончарова О.Н., Бережной Ю.М., Бессарабов Е.Н. и др. Аддитивные технологии — динамично развивающееся производство. *Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона»*, 2007, 2016, № 4. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3931> (дата обращения 11.11.2025).
- [4] Прокофьев А.Б. и др. *Магнитно-импульсная обработка материалов (МИОМ)*. Самара, АНО Издательство СНЦ, 2019, 140 с.