

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Т.С. Саргаева, В.А. Глушников

Самарский университет, Самара, Россия

Обоснование. Аддитивные технологии — новое актуальное направление в промышленности благодаря возможности построения детали любой геометрической сложности [1]. Проблема в расширении применения аддитивных технологий заключается в формировании остаточных напряжений высокого уровня в готовых изделиях, что приводит к последующему короблению и таким дефектам, как трещины.

Цель — оценить влияние магнитно-импульсного поля на структуру и механические свойства материалов изделий, полученных с помощью аддитивных технологий.

Методы. Часто для устранения дефектов в изделиях, связанных с понижением механических свойств и накоплением остаточных напряжений, применяют различные виды термообработки. Так, в работе [2] отмечено, что для снятия остаточных напряжений в изделиях, полученных СЛС, применяется отжиг в течение 2 ч при температуре 3000 °С. В работе [3] также описывается применение гомогенизационного отжига для формирования равновесной структуры материалов, полученных с помощью селективно лазерного спекания и последующей механической обработки готового изделия. Недостаток данного подхода заключается в дополнительной обработке готового изделия, что увеличивает стоимость и время изготовления самой детали.

Было выдвинуто предположение о возможности снижения уровня остаточных напряжений в детали с помощью магнитно-импульсных полей. Проверку идеи осуществляли при лазерной сварке стальных пластин, полученных аддитивной технологией. Вокруг лазерного луча размещали индуктор, соединенный с магнитно-импульсной установкой. Протекающий между частицами порошка ток должен вызвать локальный разогрев металла в зоне контакта частиц порошка. Обеспечивается дополнительное схватывание частиц, повышая прочность материала. Разогрев околосшовной зоны и прилегающих участков в зоне наведенных токов, многократное импульсное воздействие от бесконтактных электродинамических сил может привести к релаксации остаточных напряжений, к снижению их уровня.

Магнитно-импульсное нагружение должно быть связано по времени со скоростью лазерного воздействия, т. е. обеспечена высокая скважность импульсов. Величина вихревых токов определяет тепловые эффекты в материале, а частота разрядного тока совместно со скважностью создадут вибрационные эффекты, влияющие на уровни остаточных напряжений.

Результаты. Для проверки осуществимости предложенного технического решения создан экспериментальный стенд, включающий лазерную HTS-300 Mobile и магнитно-импульсную установку МИУ-1, специальный индуктор и измерительный блок замера параметров разрядной цепи. Осуществлена его отладка и испытание. В качестве заготовок использовали выращенные пластины на 3D-принтере из материала 07X18H12M2. В последующем были определены уровни остаточных напряжений в полученных образцах с помощью метода электролитического травления.

Выводы. Была отработана методика проведения поисковых экспериментов. Из полученных графиков отмечено, что на поверхности пластин, сваренных с дополнительной обработкой магнитно-импульсного поля, отсутствуют растягивающие напряжения, что повышает прочность материала. По мере углубления происходит релаксация остаточных напряжений. Таким образом, магнитно-импульсное поле благоприятно влияет на остаточные напряжения.

Последующая работа состоит в повторении данного опыта, изучении влияния магнитно-импульсного тока на металлографию материалов, полученных с помощью аддитивных технологий, и на механические свойства этих материалов.

Ключевые слова: аддитивные технологии; магнитно-импульсное поле; остаточные напряжения; экспериментальный стенд; вихревой ток; зона наведенных токов; электролитического травления.

Список литературы

1. Кулиш А.М. Использование аддитивных технологий для получения деталей машиностроения // Электронный журнал Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 5.
2. Караваев А.К., Пучков Ю.А. Исследование структуры и свойств сплава alsi10mg, полученного методом селективного лазерного сплавления // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2020. № 5. С. 71–85. DOI: 10.18698/0236-3941-2020-5-71-85
3. Лукина Е.А., Зайцев Д.В., Сбитнева С.В., Заводов А.В. Селективный синтез жаропрочного никелевого сплава: структурные аспекты // Фотоника. 2017. № 4. С. 36–46. DOI: 10.22184/1993-7296.2017.64.4.36.46

Сведения об авторах:

Тамара Сергеевна Саргаева — студентка, группа 1231–240401D, институт авиационной и ракетно-космической техники, Самарский государственный университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: sargaeva1999@mail.ru

Владимир Александрович Глушников — научный руководитель, кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры обработки металлов давлением; Самарский государственный университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: vgl@ssau.ru