

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ SLM-ИЗДЕЛИЙ ИЗ Ti-6Al-4V И HASTELLOY X

Кутасова М.М. (Университет ИТМО), Жуков М.В. (ИАП РАН),
Гресько В.Р. (Университет ИТМО), Романова Г.В. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – ассистент, м.н.с. Карлагина Ю.Ю.
(Университет ИТМО)

Работа посвящена исследованию влияния параметров лазерной обработки на микроструктуру и свойства поверхности изделий, полученных методом селективного лазерного плавления, из порошков титанового сплава Ti-6Al-4V и никель-хром-железо-молибденового сплава Hastelloy X. По результатам экспериментальных исследований проанализирована зависимость морфологии и состава поверхности образцов от параметров лазерной обработки при облучении на воздухе. Лазерная постобработка демонстрирует высокий потенциал для повышения качества поверхности металлических изделий, полученных методом аддитивного производства, открывая новые возможности для применения в различных отраслях промышленности.

Введение. Селективное лазерное плавление (SLM) является ведущим методом в аддитивном производстве. Актуальная проблема данной технологии – шероховатая поверхность получаемых изделий, которая негативно влияет на механические характеристики изделий [1]. Поверхностные поры, микротрещины и частицы полусплавленного порошка приводят к снижению усталостной прочности, коррозионной стойкости и износу детали [2, 3]. Существует несколько способов постобработки поверхности SLM-изделий: горячее изостатическое прессование, электрохимическая и механическая обработка. Данные способы имеют ряд ограничений, особенно при работе с деталями сложной геометрии. Они не всегда обеспечивают требуемое качество поверхности, особенно во внутренних полостях [4, 5]. Лазерная обработка, в свою очередь, предлагает гибкий и прецизионный подход, позволяющий получать поверхности с заданными свойствами. Однако существующие на данный момент технологии лазерной обработки SLM-изделий применяют высокомо мощные лазеры, что делает процесс обработки дорогостоящим.

В настоящей работе для решения этой проблемы предлагается использовать маломощный лазерный источник для модификации поверхности аддитивно произведённых деталей. Такой способ обеспечит не только более бюджетную бесконтактную обработку сложнопрофильных каналов, но и автоматизацию процесса при отсутствии отходов.

Таким образом, цель данной работы – исследование и разработка способа лазерной модификации поверхности SLM-изделий из сплавов Ti-6Al-4V и Hastelloy X. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) исследовать влияние параметров лазерного воздействия (плотность мощности излучения, перекрытие лазерных импульсов, количество проходов и фокусировка лазерного пучка) на степень шероховатости поверхности SLM-брусков из титанового и никель-хром-железо-молибденового сплавов; 2) исследовать морфологию и состав поверхности образцов после лазерного воздействия; 3) определить рабочий диапазон режимов лазерной обработки для достижения высоких классов чистоты поверхности в соответствии с ГОСТ 2789-59.

Основная часть. Эксперименты проводились на лазерном комплексе «Минимаркер - 2» на базе иттербиевого волоконного лазера с длиной волны 1064 нм и максимальной мощностью 20 Вт. В качестве материала были использованы шестигранные SLM-брусочки из Ti-6Al-4V и Hastelloy X размером 8 см в длину и высотой 0,7 см. Для достижения наименьших показателей шероховатости изменились параметры лазерного излучения: мощность, плотность заливки, расфокусировка и количество проходов. Измерение шероховатости поверхности образцов до и после лазерной обработки проводили при помощи контактного профилометра Hommel Tester T8000. Исследование химического состава и микроструктуры поверхности образцов проводили методами СЭМ и ЭДРС на микроскопе Fei inspect. По полученным

экспериментальным результатам сформирована база данных для тренировки и обучения ИИ-системы, предназначенной для автоматизации производственных процессов.

Выводы. Были проведены эксперименты и разработаны режимы лазерной обработки для модификации поверхности SLM-изделий из Ti-6Al-4V и Hastelloy X с целью уменьшения шероховатости поверхности. Разработан способ лазерной постобработки, позволяющий снижать шероховатость поверхности до 9-го класса чистоты по ГОСТ 2789–59, а также формировать поверхности с изотропными и анизотропными свойствами.

Финансирование исследования выполнено за счет НИРСИИ Университета ИТМО (проект №640115 "Разработка и интеграция систем мониторинга и управления для автоматизации производственных процессов на примере лазерной сварки").

Список использованных источников:

1. Tammas-Williams S. et al. XCT analysis of the influence of melt strategies on defect population in Ti–6Al–4V components manufactured by Selective Electron Beam Melting //Materials Characterization – 2015 – Т.102 – С. 47-61.
2. Yan J. J. et al. Selective laser melting of H13: Microstructure and residual stress //Journal of Materials Science – 2017 – 52 (20) – С. 12476-12485.
3. Louvis Chandan G. K., & Sahoo C. K. Development and analysis of scalable laser machined surface utilizing low power nanosecond laser on Ti-6Al-4V alloy //Materials and Manufacturing Processes – 2023 – 38 (5) – С. 589-597.
4. Calignano F. et al. Overview on additive manufacturing technologies //Proceedings of the IEEE – 2017 – 105(4) – С. 593-612.
5. Leuders S. et al. On the mechanical behaviour of titanium alloy TiAl6V4 manufactured by selective laser melting: Fatigue resistance and crack growth performance //International Journal of Fatigue– 2013 – 48 – С. 300-307.