

УДК 62-405.8

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Симич-Лафицкий Ненад Драганович⁽¹⁾, Александрова Анастасия Андреевна⁽²⁾

*Студент 6 курса⁽¹⁾, студентка 4 курса⁽²⁾,
кафедры «Материаловедение»*

Московский государственный технический университет им.Н.Э. Баумана

Научный руководитель: К.О. Базалева

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

В настоящее время большой интерес представляют аддитивные технологии изготовления машиностроительных деталей, в том числе технология лазерной перекристаллизации порошковых материалов. С помощью данных технологий можно получать детали сложной формы с меньшими затратами, по сравнению с традиционными технологиями, в процессе селективного лазерного плавления расплавленный слой порошка охлаждается с очень высокой скоростью (порядка 10^5 °/с), что приводит к возникновению неравновесных структур.

Целью данной работы являлось исследование структуры и свойств жаропрочного никелевого сплава Ni-10.6%Cr-4.7%Co-5.6%Al-2.7%Ti-4%Mo-5.2%W-0.16%C-0.02%B (ЖС6-ВИ), полученного методом селективного лазерного плавления (СЛП) и с дополнительными обработками после селективного лазерного плавления термической и газостатической обработкам (ГИП) при температуре 1220 °С в течение 3ч и охлаждении на воздухе, при ГИП давление аргона составляло 170МПа.

В данной работе селективное лазерное плавление осуществлялось с помощью установки Concept Laser M2 Cusing. В процессе СЛП на подложку подается тонкий слой порошкового материала, поверхность порошка выравнивается и обрабатывается сканирующим лазерным пучком. Сканирование лазера по поверхности слоя позволяет создать профиль любой формы. Далее, подача порошкового материала, его выравнивание и обработка лазером повторяется многократно, что позволяет послойно создавать объект любой толщины и конфигурации. В данной работе мощность лазера составляла 170 Вт, скорость сканирования по поверхности – 800 мм/с, диаметр сфокусированного пятна лазера – 150 мкм.

Из литературных данных известно, что характерной структурой, формирующейся в результате лазерного передела порошкового материала, является ячеистая структура кристаллизации. Структура сплава была исследована стандартными методами оптической металлографии, растровой электронной микроскопии, а также был проведен рентгendifракционный фазовый анализ и измерение микротвердости.

С помощью металлографического анализа и растровой электронной микроскопии было показано, что в исходном состоянии сплав имеет ячеистую структуру, однако после дополнительных обработок она исчезает. Кроме того, в структуре исходного сплава фиксируются ванны расплава, разбитые на структурные фрагменты.

Методом рентгendifракционного фазового анализа показано, что в структуре сплава присутствуют γ -твердый раствор на основе никеля и изоморфная ему γ' -фаза (Ni_3Al), которая представляет собой упорядоченный γ -твердый раствор. Также в структуре сплава обнаружены карбидные частицы типа MeC с ГЦК кристаллической решеткой и Me_2C с ГПУ решеткой, где ($\text{Me} = \text{Ti}, \text{Mo}, \text{W}$) и фазы Ni_3Ti и Ni_4V_3 . После обработки в структуре сплава обнаружены γ и γ' -фазы (Ni_3Al), а также карбиды типа Me_6C и MeC и фаза Ni_3Ti .

Измерение микротвердости показало, что твердость сплава после селективного лазерного плавления выше 400 HV_{0,05}, а после дополнительной обработки несколько падает.

Литература:

1. *Lore Thijs, Frederik Verhaeghe, Tom Craeghs, Jan Van Humbeeck, Jean-Pierre Kruth. A Study Of The Microstructural Evolution During Selective Laser Melting of Ti-6Al-4V // Acta Materialia, 2010.*
2. *Евгенов А. Г., Рогалев А. М., Неруш С. В., Мазалов И. С. Исследование свойств сплава ЭП648, полученного методом селективного лазерного сплавления металлических порошков // Электронный научный журнал «ТРУДЫ ВИАМ», 2015.- № 2.*
3. *Chunlei Qiu, Nicholas J.E. Adkins, Moataz M. Attallah. Microstructure And Tensile Properties Of Selectively Laser-Melted And Of Hiped Laser-Melted Ti-6Al-4V // Materials science and engineering, 2013.*