УДК 620.22

М. В. Рашковец, П. А. Рябинкина
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,
lipa_04@mail.ru
Научный руководитель – канд. техн. наук *А. А. Никулина*

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧЕННОГО ПРЯМЫМ ЛАЗЕРНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ СПЛАВА НА ОСНОВЕ NI

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены особенности структуры и химического состава образцов, полученных прямым лазерным осаждением порошков на основе никеля. Для структурных исследований использованы методы световой и растровой электронной микроскопии.

Ключевые слова: никелевый сплав, лазерное осаждение, структура

ABSTRACT

The article is about features of structure and chemical composition of samples obtained by direct laser method deposition of nickel-based powders. Light microscopy and scanning electron microscopy were used for structural studies.

Keywords: nickel alloy, structure, laser deposition

Метод прямого лазерного осаждения – технология, способная реализовывать целостные объекты быстрым и экономичным способом непосредственно из 3*D* (*CAD*) моделей. При этом возможно производство геометрически сложных форм, которые являются затруднительными и трудоемкими в изготовлении другими способами обработки материалов. Материалом при прямом лазерном осаждении может служить большое разнообразие порошков металлов и их сплавов, в отличие от других схожих способов обработки, например, струйное моделирование методом наплавления, которое работает преимущественно со смолами, воском или пластиком [1].

Целью данной работы является изучение особенностей структуры и химического состава образцов, сформированных прямым лазерным осаждением порошков на основе никеля, при различных параметрах осаждения. В рассматриваемом случае варьировалась мощность лазерного излучения от 250 до 1500 Вт. Осаждение было проведено на установке Erlaser Weld (кафедра «Сварка и лазерные технологии» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»).

Согласно микрорентгеноспектральному анализу исходным материалом для осаждения являлся порошок системы Ni-Cr-Mo (рис. 1), средний размер которого составлял 123,6 мкм (рис. 2). Сплавы данной

© Рашковец М. В., Рябинкина П. А., 2015

системы обладают высокой коррозионной стойкостью в широком диапазоне агрессивных сред. Таким образом, используя преимущества прямого лазерного осаждения возможно получать детали и изделия любой геометрической формы, при минимальных затратах и безотходности производства, способные работать в различных средах при высоких температурах [2].

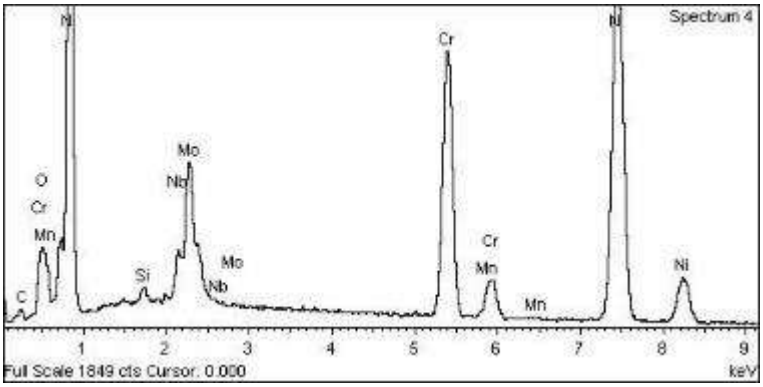


Рис. 1. Результаты микрорентгеноспектрального анализа исходного порошка.

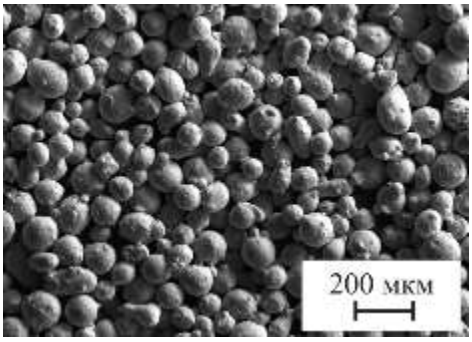


Рис. 2. Изображение исходного порошка.

Повышение мощности лазерного излучения приводит к увеличению толщины стенок осажденного изделия. Полученные данные по средней толщине образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние мощности лазерного излучения на толщину образцов.

Мощность, Вт	250	500	750	1000	1500
Средняя толщина, мкм	854	964	1109	1636	1891

Используя световую металлографию, были получены изображения, наглядно демонстрирующие осажденные слои в продольном сечении образцов (рис. 3). Например, для образцов, полученных при мощности 500 Вт, средний размер осажденных слоев составляет около 0,184 мкм.

Исследования продольного и поперечного сечений образцов с использованием методов световой и растровой электронной микроскопии показали, что микроструктура в продольном сечении в основном состоит из столбчатых дендритов, при этом направление их роста сонаправлено

направлению лазерного сканирования. Наличие столбчатой структуры объясняется высокой скоростью охлаждения за счет быстрого отвода тепла в предыдущий слой (рис. 4, *а*), также присутствует дисперсная дендритная структура в тех областях, где скорость охлаждения становится ниже [3]. Микроструктура поперечного сечения характеризуется сетчатым строением (рис. 4, *б*).

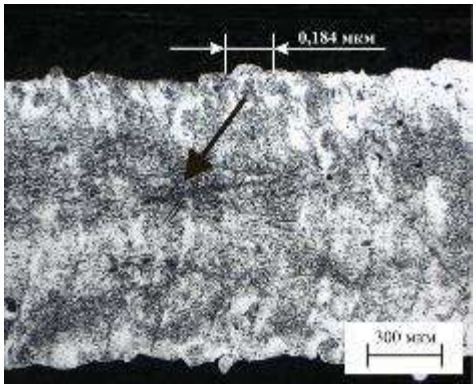
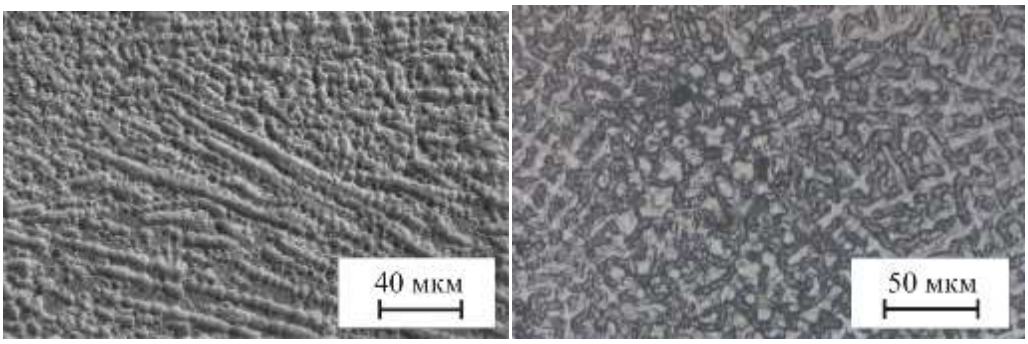


Рис. 3. Осажденные слои в поперечном сечении образца, полученного при мощности лазерного излучения 500 Вт



а) *б*)

Рис. 4. Структура осажденных образцов: *а*) в продольном сечении; б) в поперечном

В дальнейшем запланированы исследования образцов с использованием методов просвечивающей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Foroozmehr E., Kovacevic, R. Thermokinetic Modeling of Phase Transformation in the Laser Powder Deposition Process. Metall. Mater. Trans. A. – 2009. – 40 (8). – P. 1935–1943.
2. Costa L., Vilar R. Laser Powder Deposition. Rapid Prototyping J. – 2009. – 15 (4). – P. 264–279.
3. Dindaa G. P., Dasguptaa A. K., Mazumderb J. Laser aided direct metal deposition of Inconel 625 superalloy: Microstructural evolution and thermal stability. – Materials Science and Engineering A. – 509 (2009). – P. 98–104.