

Юлия Юрьевна Понкратова^{1*}, Ксения Олеговна Базалеева¹, Иван Игоревич Бинков², Александра Владимировна Атанова¹

¹Российский Университет Дружбы Народов, г. Москва

²МГТУ им. Баумана, г. Москва

*ponkratova-yuyu@rudn.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПЛАВА AL-CE-FE-NI, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ СЛП

Селективное лазерное плавление (СЛП) является перспективной технологией для получения различных изделий из жаропрочных алюминиевых сплавов. В данной работе получены образцы сплавов системы Al-Ce-Fe-Ni при различных режимах СЛП без трещин и с минимальной пористостью. Исследованы особенности структуры и фазового состояния полученных образцов. Показана зависимость параметра решетки и уширения линии $\langle 422 \rangle$ от удельной энергии лазера. Микротвердость образцов составила 130-155 HV, предел прочности – 370-480 МПа. Увеличение скорости сканирования способствовало упрочнению образцов.

Ключевые слова: аддитивные технологии, селективное лазерное плавление, алюминиевые сплавы, жаропрочность, микроструктура.

Yuliya Yu. Ponkratova, Kseniya O. Bazaleeva, Ivan I. Binkov, Alexandra V. Atanova

STUDY OF STRUCTURAL FEATURES OF AL-CE-FE-NI ALLOY PRODUCED BY SLM

Selective laser melting (SLM) is a promising technology for producing various heat-resistant aluminum alloys details. In this study, samples of Al-Ce-Fe-Ni alloys were obtained under different SLM modes without cracks and with minimal porosity. The structural and phase state features of the obtained samples were investigated. The dependence of the lattice parameter and line broadening $\langle 422 \rangle$ on the specific laser energy is demonstrated. The microhardness of the samples - 130-155 HV, the tensile strength - 370-480 MPa. An increase in the scanning speed contributed to the strengthening of the samples.

Keywords: additive technologies, selective laser melting, aluminum alloys, heat resistance, microstructure.

Цель работы – исследование структуры образцов сплавов системы Al-Ce-Fe-Ni, полученных при различных режимах методами селективного лазерного плавления. Для исследования были напечатаны образцы кубической формы со стороной 10 мм. Мощность лазера – 380 Вт, скорость сканирования варьировалась в интервале 700 – 1900 мм/с. Полученные образцы не имели трещин, пористость не превышала 1,2 %. Структура образцов исследовалась

методами оптической и растровой микроскопии. Внутри ванн расплава наблюдалась более однородная и мелкодисперсная структура. На периферии ванны структура более грубая, с укрупненными интерметаллидными включениями, рисунок 1. Вероятно, структурное различие центра и края ванн расплава связано с термической обработкой предыдущего напечатанного слоя при плавлении последующего.

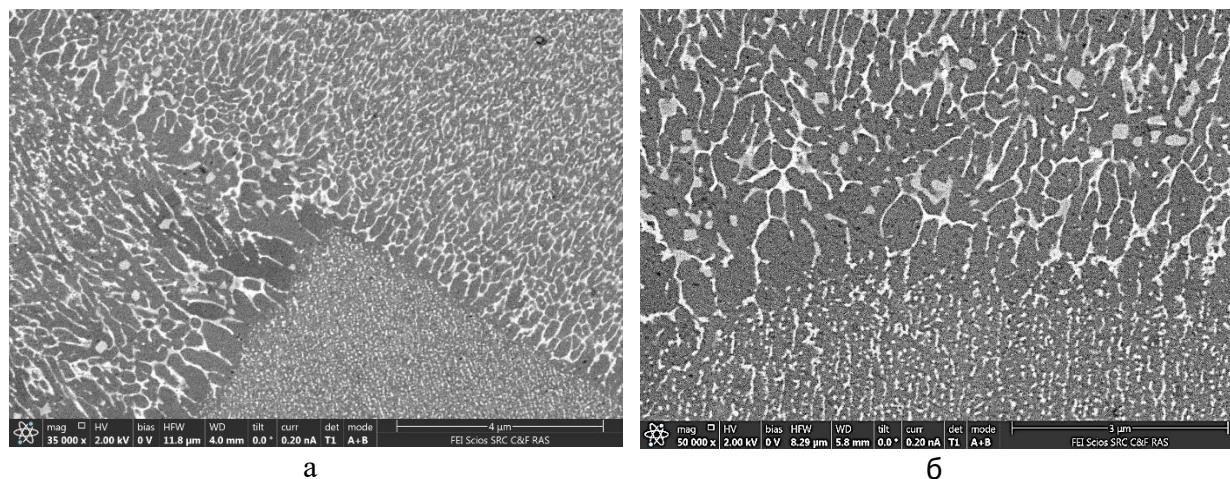


Рис. 1. Микроструктура образцов, полученных при различных режимах СЛП

После плавления образцы имели различных химический состав. Согласно полученным данным, уменьшение скорости сканирования, а, следовательно, увеличение удельной энергии, способствовало испарению более легких элементов и увеличению концентрации церия.

Фазовый состав исходного порошка и образцов исследовался методом рентгенодифракционного анализа. Также были определены ширины линий $\langle 422 \rangle$, $\langle 111 \rangle$, $\langle 222 \rangle$. По линии $\langle 422 \rangle$ был определен параметр решетки и уширение линии, рисунок 2. Согласно полученным данным, увеличение удельной энергии способствует росту параметра решетки, рисунок. По физическому уширению линий $\langle 111 \rangle$ и $\langle 222 \rangle$ был оценен вклад микродеформации и блока когерентного рассеяния.

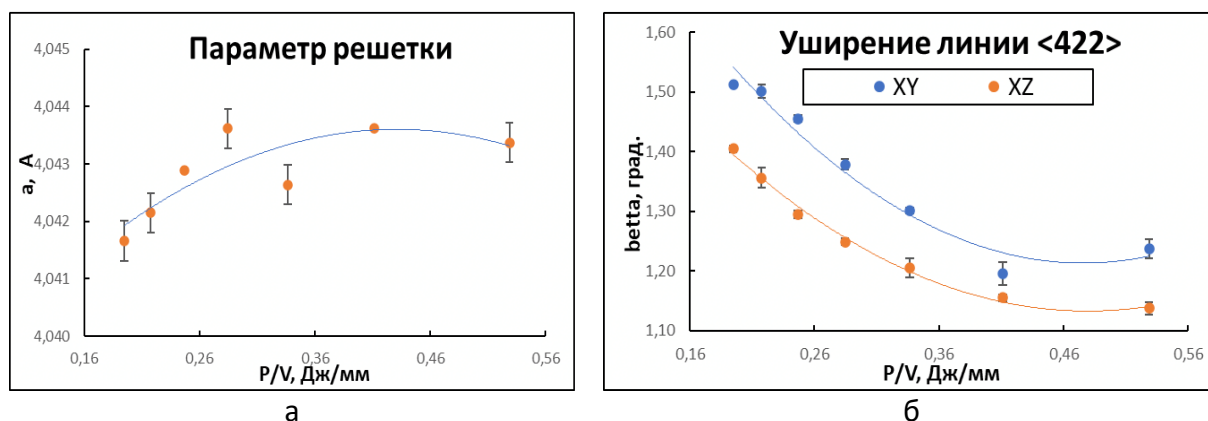


Рис. 2. Параметр решетки и уширение линии $\langle 422 \rangle$ образцов, полученных при различных режимах СЛП

Микротвердость и предел прочности увеличивались при возрастании скорости сканирования, рисунок 3. Вероятно, это вызвано выделением увеличением количества интерметаллидной фазы в результате возрастания скорости охлаждения.

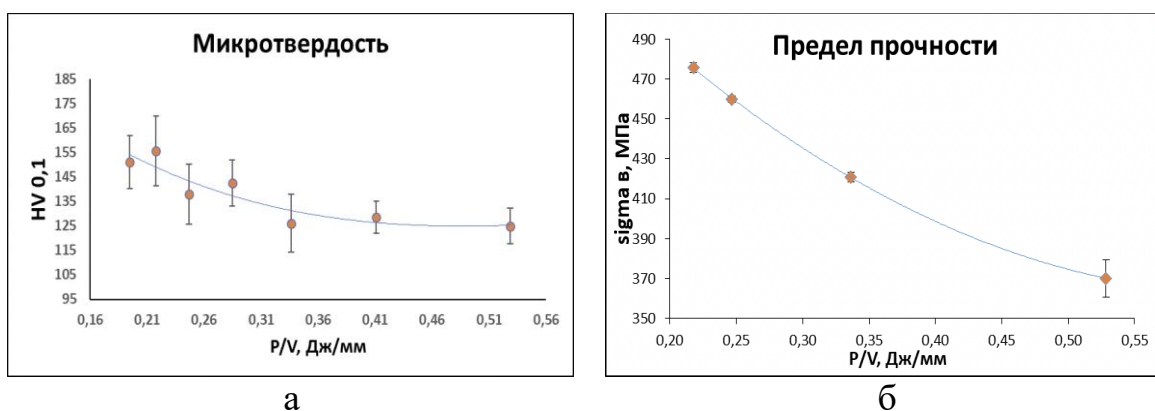


Рис. 3. Механические характеристики образцов, полученных при различных режимах СЛП