

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА СКАНИРОВАНИЯ КОНТУРА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

Хупутдинов В.Р.¹, Петрунько А.А.¹, Алексеев В.П.¹.

¹Самарский университет, г. Самара, khuputdinov.vr@ssau.ru

Ключевые слова: аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление (СЛС), шероховатость, стратегия построения.

Селективное лазерное сплавление (СЛС) является одним из наиболее инновационных методов производства изделий, позволяющим изготавливать детали сложной формы, что не всегда достижимо при использовании традиционных технологий.

Однако при формировании вертикальных стенок в процессе СЛС возникает характерная волнистость, вследствие чего шероховатость поверхности заготовок указывается не грубее $Ra = 12,5$ мкм, что является грубым для изделий газовоздушного тракта и каналов, обеспечивающих расходные характеристики [1]. Такие заготовки требуют дополнительной постобработки, что увеличивает время изготовления и стоимость изделий. В связи с этим уменьшение шероховатости заготовок, получаемых методом СЛС, является актуальной задачей.

Целью данной работы является снижение шероховатости заготовок, получаемых по технологии селективного лазерного сплавления. В работе представлены результаты эксперимента по подбору оптимальных режимов сплавления и стратегии построения с применением методов математической статистики [2].

Были выбраны следующие факторы, влияющие на шероховатость поверхности: режимные параметры (мощность лазерного излучения) и параметры стратегии построения (отступ контура от основной штриховки, количество контуров и порядок прожига контуров и основной штриховки). Образцы изготавливались на установке селективного лазерного сплавления SLM280HL из жаропрочного сплава ВЖ159 (рис. 1).

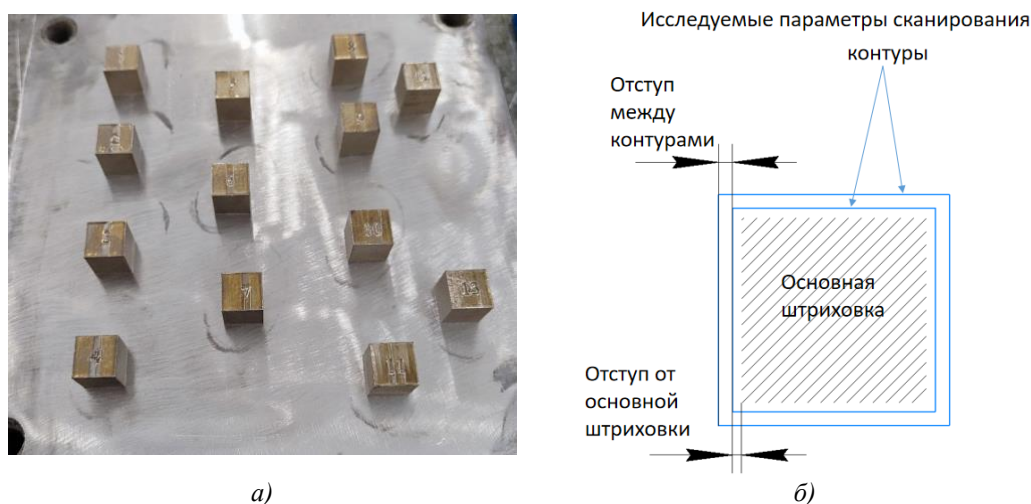


Рис. 1 – Образцы (а), параметры стратегии сканирования (б)

План эксперимента и результаты измерений шероховатости, выполненных на профилометре HOMMEL-ETAMIC W55-R20-300, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – План и результаты эксперимента

№	Очередь выполнения заполнения	Кол-во контуров	Отступ 1 контура (есть/нет)	Мощность оконтуривания, Вт	z1, мкм	z2, мкм	z3, мкм	z4, мкм	Ra _{ср} , мкм
1	контуры	1	нет	200	16,26	6,35	9,02	17,93	12,31
2	контуры	2	есть	200	4,11	4,47	4,70	5,89	4,99
4	штриховка	2	нет	200	6,03	5,90	6,24	6,57	5,68
5	контуры	1	нет	250	4,12	5,38	7,47	5,77	11,31
6	контуры	2	есть	250	18,16	5,75	6,78	15,66	5,53
8	штриховка	2	нет	250	5,18	5,78	5,60	5,55	7,74
9	контуры	1	нет	300	5,19	6,41	7,31	5,95	9,64
10	контуры	2	есть	300	11,26	5,33	7,17	6,86	6,10
11	штриховка	1	есть	300	5,18	5,78	5,60	5,55	8,48
12	штриховка	2	нет	300	5,82	6,24	6,24	6,54	9,37

По результатам эксперимента можно отметить, что наименьшая шероховатость наблюдается на образцах с минимальной мощностью лазера и с наличием отступа (образцы №2, 6, 10.) Удалось снизить шероховатость с $Ra = 8$ мкм до $Ra = 5$ мкм.

В качестве инструмента для статистического анализа был выбран программный пакет Statistica. При анализе по методу Тагучи выявлено, что наиболее значимыми факторами являются прямой порядок прожига и наличие отступа от основной штриховки. (рис. 2а). Анализ диаграмм размаха позволяет сделать вывод о повышении стабильности шероховатости образцов при наличии отступа от основной штриховки (рис. 2б).

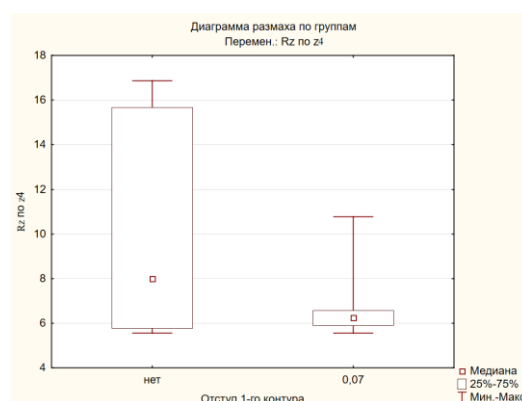
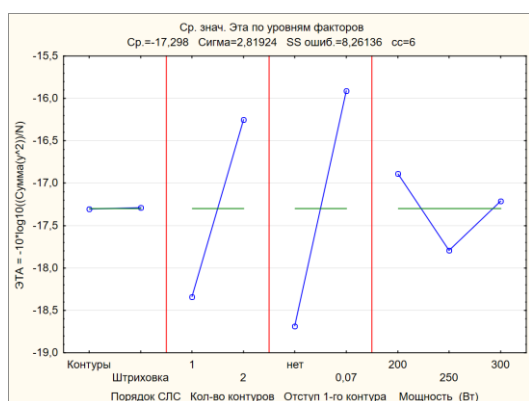


Рис. 2 – Результаты статистического анализа:
а – метод Тагучи; б – диаграммы размаха

Режимы с меньшим энергетическим вкладом обеспечивают меньшую шероховатость вследствие уменьшения волнистости стенки. Наличие отступа также снижает шероховатость; использование этого параметра делает процесс более стабильным и минимизирует влияние расположения образца внутри камеры построения. Полученные результаты позволяют рекомендовать выбранные режимы и стратегию для изготовления заготовок с повышенной точностью поверхностей.

Список литературы

1. Le, T.-N., Rauniyar, S., Nismath, V. H., & Chou, K. (2023). An Investigation into the Effects of Contouring Process Parameters on the Up-skin Surface Characteristics in Laser Powder-Bed Fusion Process. *Manufacturing Letters*, 35, 707–716. (Presented at 51st SME North American Manufacturing Research Conference, NAMRC 51, 2023).

2. Wan, L. Parameter optimization of selective laser melting fabricated titanium alloy using skin-core and triple contour scanning strategy [Text] / L. Wan, Z. Xia, Y. Song [et al.] // Journal of Laser Applications. – 2020. – Vol. 32, No. 4. – P. 042001.

Сведения об авторах

1. Хупутдинов Вадим Рифович – студент группы 3202-240405D, Самарский университет. Область научных интересов: двигатели летательных аппаратов, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление.

2. Петрунько Алена Андреевна – студент группы 3102-240405D, Самарский университет. Область научных интересов: двигатели летательных аппаратов, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление.

3. Алексеев Вячеслав Петрович – к.т.н., доцент кафедры технологий производства двигателей, Самарский университет. Область научных интересов: аддитивные технологии и производственный контроль.

IMPROVING THE ACCURACY OF BLANKS PRODUCED BY SELECTIVE LASER FUSION

Khuputdinov V.R.¹, Petrunko A.A.¹, Alekseev V.P.¹

¹Samara University, Samara, khuputdinov.vr@ssau.ru

Keywords: additive technologies, selective laser fusion (SLS), roughness, construction strategy.

Selective laser melting (SLS) is one of the most innovative methods of manufacturing products. It allows you to produce parts of complex shapes, which is not always possible to achieve using traditional technologies. One of the features of the technology in the formation of walls is the appearance of a characteristic undulation. Because of this, the surface roughness of the SLS blanks turns out to be no coarser than $Ra = 12.5$ microns, which is rough for products of the gas-air tract or channels providing consumption characteristics.