

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.002

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ОДИНИЧНОГО ТРЕКУ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМУ ЛАЗЕРНОМУ ПЛАВЛЕННІ СПЛАВУ INCONEL 718

Аджамський С.В.^{1,2}, Кононенко Г.А.^{1,3}, Подольський Р.В.^{1,3,4}

¹ LLC «Additive Laser Technology of Ukraine», Україна, Дніпро

² Інститут транспортних систем і технологій

Національної академії наук України

³ Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, Україна, Дніпро

⁴ Український державний університет науки і технологій, Україна, Дніпро

При селективному лазерному плавленні одиничний шар створюється з множини одиничних треків. Вплив характеристик ванни розплаву цих треків на якість побудови тривимірних деталей з різних матеріалів було широко вивчено [1-4].

Велика ванна розплаву має підвищити продуктивність виробництва, але за таких енергоємних режимів процесу може відбуватися випаровування підкладки або порошку, що веде до утворення пор і збільшення загальної кількості дефектів матеріалів.

Тому якість виробу, включаючи кінцеву щільність металу і шорсткість поверхні, в першу чергу, залежить від характеристик ванни розплаву (форма і розмір), які в значній мірі управляються зміною щільності енергії лазерного променя, що є по суті мірою енергії, яка підводиться в процесі друку [5-6]. Управління щільністю енергії може бути досягнуто зміною потужності лазера P (Вт), швидкості сканування v (мм / с), відстані між треками d (мм) і товщини шару t (мм), які є найбільш важливими параметрами і пов'язані з щільністю енергії лазера як:

$$E = P / (V \cdot d \cdot t) \quad (1)$$

При дослідженні впливу щільності енергії лазера на умови процесу плавлення було показано, що при низькому значенні цього параметра в'язкість ванни розплаву буде високою менше порошку буде розплавлено, і згодом буде витрачено більше часу.

Таким чином, пошук оптимальної швидкості сканування є компромісом між продуктивністю і якістю процесу побудови. Для певних чинників друку необхідно знаходити цей оптимум і це є одним з можливих шляхів поліпшення структури.

Дослідження проводились на зразках, виготовлених з металевого порошку

Inconel 718 з розміром частинок $45 + 15 \mu\text{m}$. Друк зразків проводився на 3D принтері Alfa-150 виробництва компанії ТОВ «АЛТ Україна» [7, 8]. У даній роботі одиничні треки створювалися на базовому майданчику, виготовленому з того ж матеріалу. При цьому потужність змінювали в діапазоні 100...150 Вт з кроком 10 Вт, а швидкість – в діапазоні 1300...3500 мм/с з кроком 100 мм/с. Всього було досліджено 108 режимів друку одиничних треків, розташованих на відстані 1,5...2 мм один від одного. Кожен блок містить 6 груп з 3 одиничних треків, виготовлених в однаковому режимі. Товщина шару, що застосовувалась в експериментах – 30 мкм. Зовнішній вигляд треків приведений на рис. 1.

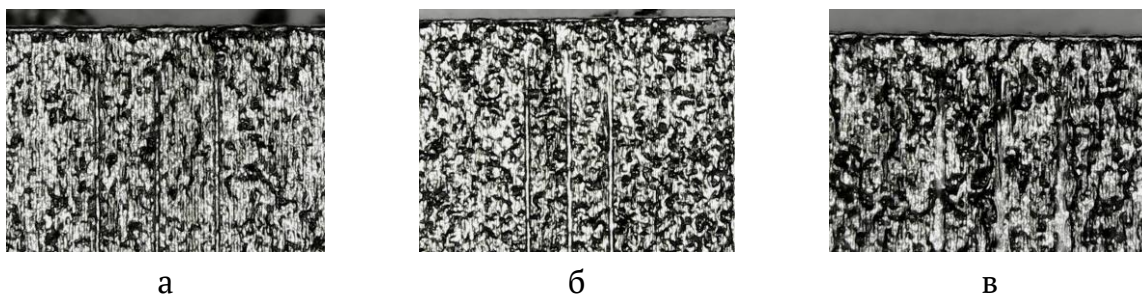


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд одиничного треку:

- а – трек з дефектом каплеутворення, б – стабільний одиничний трек,
в – переплавлення основного металу (розбризування металу)

За результатами аналізу зовнішнього вигляду треків встановлено, що при малій потужності на малих швидкостях формується нестабільний трек, а зі збільшенням швидкості трек не формується взагалі. При збільшенні потужності стабільність треку зростає, на малих швидкостях – відбувається розбризування металу, викривлення треку через значний перегрів розплаву, утворюються бічні напливи та вплавлення часточок порошку на бічні сторони треку.

Висновок

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що параметри одиничних треків безпосередньо впливають на якість виробів, отриманих методом селективного лазерного плавлення. Встановлено залежність стабільності утворення одиничного треку від потужності та швидкості сканування лазерного променя при товщині шару 30 мкм для сплаву Inconel 718.

Література

1. Kempen K., Thijs L., Yasa E. Process optimization and microstructural analysis for selective laser melting of AlSi10Mg. Solid Freeform Fabrication Symposium. 2011. 22. P. 484–495.
2. Kamath C., Eldasher B., Gallegos G.F. Density of additively-manufactured, 316L SS parts using laser powder-bed fusion at powers up to 400 W. Int J Adv Manuf Technol. 2014. 74. P. 65–78.

3. Jia Q., Gu D. Selective laser melting additive manufacturing of Inconel 718 superalloy parts: densification, microstructure and properties. *J Alloys Compd.* 2014. **585**. P.713–721.
4. Song B., Dong S., Liao H., Coddet C. Process parameter selection for selective laser melting of Ti6Al4V based on temperature distribution simulation and experimental sintering. *Int J Adv Manuf Technol.* 2012. **61**. P. 967–974.
5. Gu H., Gong H., Pal D. Influences of energy density on porosity and microstructure of selective laser melted 17-4PH stainless steel. *Solid Freeform Fabrication Symposium.* 2013. P. 474-489.
6. Dilip J.J.S., Zhang S., Teng C. Influence of processing parameters on the evolution of melt pool, porosity, and microstructures in Ti-6Al-4V alloy parts fabricated by selective laser melting. *Progress in Additive Manufacturing.* 2017. **2**. P.157–167.
7. Adjamskiy,S., Kononenko,G., Podolskiy,R., Badyuk,S. Implementation Of Selective Laser Melting Technology In Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka. 2022. 116p.
8. Adjamsky, S., Kononenko, G., & Podolskiy, R. Of plastic properties of AISI 316L steel by method of registration of macrolocalization fields. Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні, (16-18 березня 2021, Дніпро), Дніпро, 2021, 4-8.

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE STABILITY OF A SINGLE TRACK DURING SELECTIVE LASER MELTING OF INCONEL 718 ALLOY

Adjamsky Sergey, Kononenko Ganna, Podolskiy Rostyslav

Abstract. With selective laser melting, the product consists of a set of single layers, which in turn are created from a set of single tracks. Samples were printed on an Alfa-150 3D printer manufactured by ALT Ukraine LLC. Single tracks were created on a base pad made of the same material. At the same time, the laser power was changed in the range of 100...150 W with a step of 10 W, and the speed of the laser beam - in the range of 1300...3500 mm/s with a step of 100 mm/s. A total of 108 printing modes of single tracks, located at a distance of 1.5...2 mm from each other, were investigated. Each block contains 6 groups of 3 single tracks made in the same mode. The thickness of the layer used in the experiments is 30 μm. The stability and quality of the track is determined by the amount of specific energy. With a decrease in the value of the specific energy.

Keywords: single track, specific energy, mode, Inconel 718.

Reference

1. Kempen K., Thijs L., Yasa E. (2011). Process optimization and microstructural analysis for selective laser melting of AlSi10Mg. *Solid Freeform Fabrication Symposium*, 22, 484–495.
2. Kamath C., Eldasher B., Gallegos G.F.(2014).Density of additively-manufactured, 316L SS parts using laser powder-bed fusion at powers up to 400 W.*Int J Adv Manuf Technol.*, 74, 65–78.
3. Jia Q., Gu D. (2014). Selective laser melting additive manufacturing of Inconel 718 superalloy parts: densification, microstructure and properties. *J Alloys Compd.*, 585, 713–721.
4. Song B., Dong S., Liao H., Coddet C. (2012). Process parameter selection for selective laser melting of Ti6Al4V based on temperature distribution simulation and experimental sintering. *Int J Adv Manuf Technol.*, 61, 967–974.
5. Gu H., Gong H., Pal D. (2013). Influences of energy density on porosity and microstructure of selective laser melted 17-4PH stainless steel. *Solid Freeform Fabrication Symposium*, 474-489.
6. Dilip J.J.S., Zhang S., Teng C. (2017). Influence of processing parameters on the evolution of melt pool, porosity, and microstructures in Ti-6Al-4V alloy parts fabricated by selective laser melting. *Progress in Additive Manufacturing*, 2, 157–167.
7. Adjamskiy S., Kononenko G., Podolskyi R., Badyuk S. (2022). Implementation Of Selective Laser Melting Technology In Ukraine. Kyiv, Naukova Dumka. 116p. DOI: <https://doi.org/10.15407/978-966-00-1856-3> [in Ukrainian].
8. Adjamsky, S., Kononenko, G., & Podolskyi, R. (2021). Of plastic properties of aisi 316l steel by method of registration of macrolocalization fields. Mizhnarodna naukovo-tehnichna konferencija Informacijni tehnologii v metalurgii ta mashinobuduvanni, 4-8. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2021.01.001>