

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2021.01.001

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШОРСТКОСТІ НА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛІ AISI 316L МЕТОДОМ РЕЄСТРАЦІЇ МАКРОЛОКАЛІЗАЦІЙНИХ ПОЛІВ

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

¹ Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Україна, Дніпро

² LLC «Additive Laser Technology of Ukraine», Україна, Дніпро, info@alt-print.com

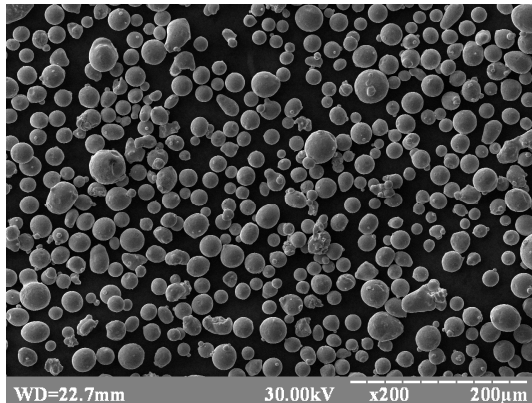
³ Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, Дніпро

Селективне лазерне плавлення - один із сучасних методів виготовлення деталей і вузлів складної геометрії, які складно або неможливо відтворити в умовах традиційного виробництва. Технологія вибіркового лазерного плавлення дозволяє в кілька разів скоротити час і кількість технологічних операцій, а число необхідного основного обладнання, чисельність якого вимірюється в десятках - зменшити до декількох одиниць. У виробництві машинобудівної техніки особливе місце займають складні технологічні процеси, які застосовуються при виготовленні високонавантажених вузлів пневмо-гідравлічної системи з жароміцних сплавів.

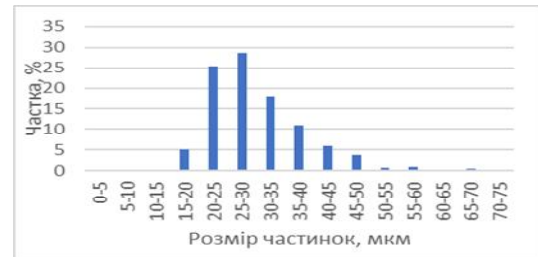
Процес руйнування є заключною стадією поведінки металу під навантаженням, а опір, який метал надає розвитку цьому процесу, в значній мірі визначає його конструкційну міцність. До числа найбільш загальних видів руйнування відноситься в'язке і крихке руйнування металів. В'язке руйнування, якому передують значна пластична деформація, є більш характерним для металів, ніж крихке.

Дослідження проводились на зразках виготовлених з порошкового матеріалу нержавіючої сталі AISI 316L мартенситного класу. Друк зразків проводився на 3D принтері Alfa-280 виробництва компанії ТОВ «АЛТ Україна» [1]. Матеріалом, використаним в цьому дослідженні, була нержавіюча сталь 316L з розміром частинок від 10 до 45 мкм. Хімічний склад порошку 316L в % по масі: Cr=17,79; Ni=12,63; Mo=2,35; Mn=0,78; Si=0,64; C=0,016. Випробування для визначення механічних властивостей проводили відповідно до ISO 6892 на випробувальній машині INSTRON при стабільній швидкості ходової траверси 2 мм/с. Контроль шорсткості робочої поверхні проводився за допомогою прибору BioBase.

Вихідний матеріал був досліджений за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕМ-106 (рис. 1, а) для визначення форми і розмірів частинок. На рис. 1, б наведено результати аналізу.



а)



б)

Рисунок 1 - Частинки вихідного матеріалу 316L при збільшенні 200 (а) та результати гранулометричного аналізу (б)

Робоча зона зразка на розтягування складалась з двох областей: область шорсткості 5 мкм, яка складала 80% робочої зони та 20% області шорсткості, якої складала 17 мкм. Зона підвищеної шорсткості знаходиться у центрі робочої зони зразка (рис. 2).

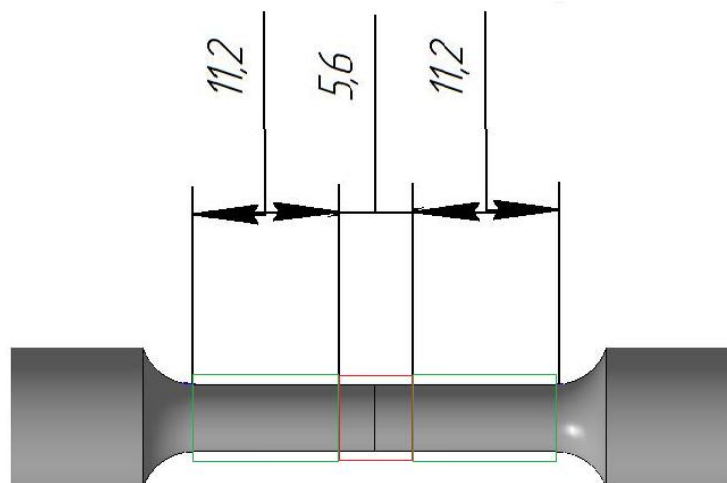


Рисунок 2 – Модель зразка для випробувань на розтягування:
зелена область – шорсткість 5 мкм, червона зона – шорсткість 17 мкм

Одновісне розтягування проводилось при кімнатній температурі, реєстрація полей макролокальних переміщень фіксувалось методом DIC (digital image correlation) одночасно з розтягуванням. Дослідження мікроструктури проводилась на оптичному мікроскопі CarlZeiss AxioVert 200M mat.

Під час випробувань на розтягування була проведена фіксація діаграми цифрового зображення збільшення довжини (рис. 3, 4). Металографічні дослідження показали, що щільність зразка складає 99,83%, структура зразків являє собою мартенситну структуру рівновісних побудованих треків (рис. 5). З мікроструктурних досліджень робочої зони в області розриву було встановлено, що руйнування починалось з поверхні зразків через різну шорсткість.

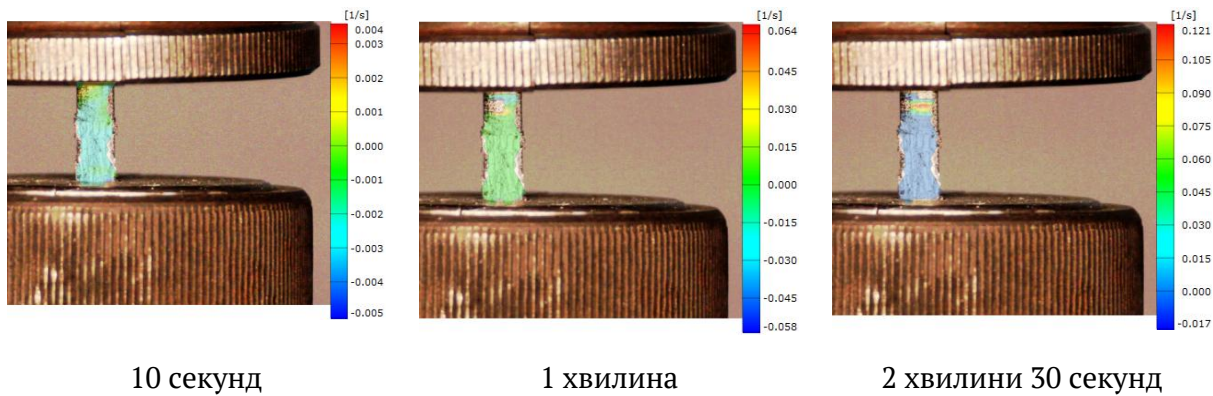


Рисунок 3 - Макролокалізаційні поля цифрового зображення збільшення довжини

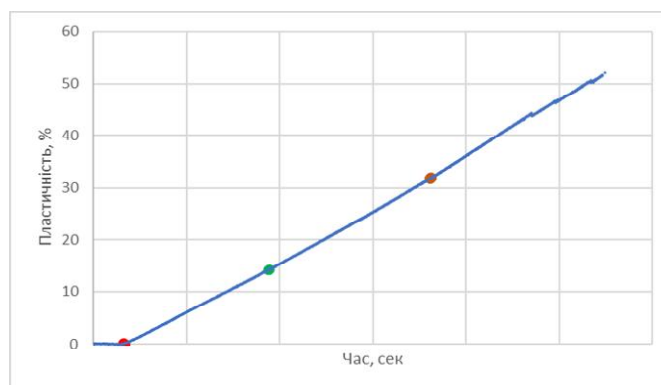


Рисунок 4 – Діаграма пластичності цифрового зображення: червона точка – 10 секунд, зелена точка – 1 хвилина, помаранчева точка – 2 хвилини 30 секунд

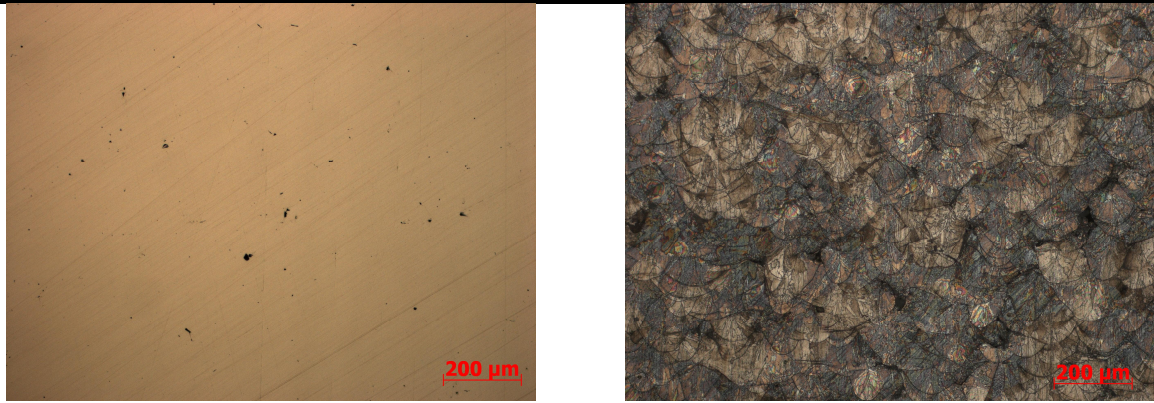


Рисунок 5 – Мікроструктура зразка зі сталі AISI 316L на розтягування в області руйнування

Висновки

1. Показано, що утяжка та розрив під час випробувань з послідуєчим розривом утворилась в області переходу з шорсткості 17 мкм до 5 мкм зі сторони нерухомої частини.

Література

1. Аджамский С. В., Кононенко А. А., Подольский Р. В. Симуляция влияния остаточных напряжений и параметров SLM-технологии на формирование области границ изделия из жаропрочного никелевого сплава INCONEL 718. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (17-19 марта 2020, Днепр), Днепр, 2020, С. 4–6. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.001>.

INVESTIGATION OF PLASTIC PROPERTIES OF AISI 316L STEEL BY METHOD OF REGISTRATION OF MACROLOCALIZATION FIELDS

Adjamsky Sergey, Kononenko Ganna, Podolskyi Rostislav

Abstract. Selective laser melting is one of the modern methods of manufacturing parts in the production of machine-building equipment, a special place is occupied by complex technological processes used in the manufacture of high-load units of pneumatic-hydraulic system from heat-resistant alloys. The studies were performed on samples made of powder material AISI 316L stainless steel martensite class. Tests to determine the mechanical properties were performed in accordance with ISO 6892 on an INSTRON test machine. The control of the surface roughness was performed using a BioBase device. From microstructural

analysis and testing the method of registration of macrolocalization fields of the working zone samples, it was found that the destruction began from the surface of the samples from the microconcentrators due to different roughness.

Keywords: selective laser melting, roughness, mechanical properties, porosity, AISI 316.

References

1. Adzhamskij S. V., Kononenko A. A., Podol'skij R. V. (2020). Simuljacija vlijanija ostatochnyh naprjazhenij i parametrov SLM-tehnologii na formirovanie oblasti granic izdelija iz zharoprochnogo nikelevogo splava inconel 718. Materiali mizhnarodnoï naukovo-tehnichnoï konferencii «Informacijni tehnologii v metalurgii ta mashinobuduvanni» (17-19 marta 2020, Dnepr), Dnepr, S. 4–6 [in Russian]. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2020.01.001>