

УДК 621.721.052:539.4.014

Попіль Н.Ю., Хергерт А.Р., Фінк К.Е., Хюбнер А.К.  
Університет ім. Отто-фон-Геріке. Німеччина, м. Магдебург

### ДОСЛІДЖЕННЯ НА ЗВАРЮВАНІСТЬ ПОРОШКОВОГО ПРИСАДНОГО ДРОТУ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ ОТРИМАНОГО СПІКАННЯМ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО НАПЛАВЛЕННЯ

*Розглянутий альтернативний варіант присадного матеріалу для лазерного способу плавлення, як спечений дріт, для якого є характерним переваги, як порошкового, так і дровового присадного матеріалу. Проведено характеристику властивостей спеченого дроту діаметром 0.4мм, основними легуючими компонентами якого виступають нікель та залізо. В ході експериментальних досліджень встановлені залежності між технологічними параметрами лазерного наплавлення і механічних властивостей дроту, наплавленого шару.*

Ключові слова: лазерне наплавлення; спечений дріт; сплави на основі нікелю; змішування.

#### Вступ

Все більшого значення у виробництві отримують лазерні методи оброблення деталей. Дані методи відзначаються високою щільністю енергії, високими швидкостями процесів, забезпечують при

цьому високу якість [1]. Важливою умовою для цього способу необхідність в дуже точній підготовці кромки. Навіть при малих зазорах між частинами можуть привести виникнення дефектів зварювання. Як наступна перевага використання присадного матеріалу – здатність впливати на властивості

матеріалу, такі як міцність і в'язкість. Одним з сучасних методів оброблення поверхні є лазерне наплавлення. Цей метод є одним з основних для отримання функціонального шару на поверхні виробу, також широко використовуються для відновлювальних та ремонтних робіт, філігранного оброблення [2]. При цьому відіграє важливу роль присадний матеріал, його властивості. Традиційними є порошкові та дротяні присадкові матеріали, для яких характерні певні переваги та недоліки [3].

виготовленим діаметром до 0,4 мм і менше та і при цьому мати у своєму складі різні варіації легуючих компонентів [5]. Також є безумовною перевагою простота у використанні та можливість і застосуванні у вимушеному положенні [6].

### Основна частина

Наплавлення проводилося за допомогою твердотільного, імпульсного лазера типу HLS 622 фірми LASAG AG, з максимальною піковою потуж-

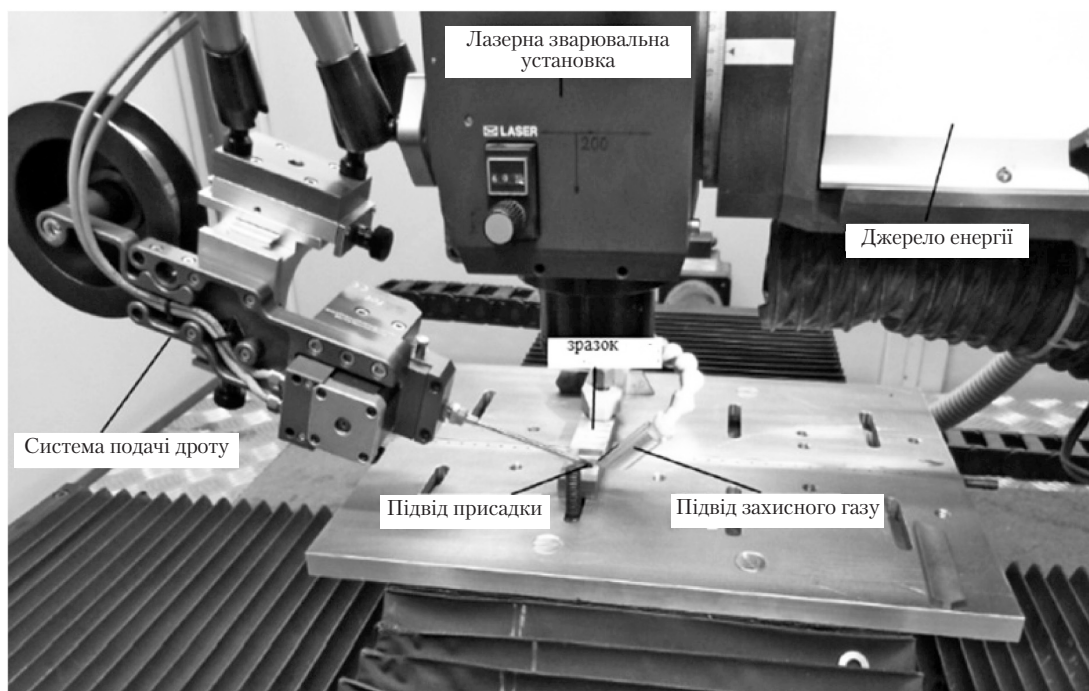


Рис. 1. Побудова експерименту

### Постановка задачі

При лазерному наплавленні традиційно використовуються порошкові присадні матеріали, особливою перевагою порошку є те, що склад порошку може цілеспрямовано змінюватися [4]. Проте, через суттєві втрати порошку в процесі наплавлення і непридатність для зварювання у вимушеному положенні, використання дротів надає економічні переваги. Для ремонтного наплавлення в основному використовуються порошкові дроти. Інший варіант зварювального дроту – це дріт суцільного діаметру. Перевагою таких дротів є безумовно спроможність при виготовленні досягнути невеликих діаметрів, але їх недоліком є обмежений вибір легувальних компонентів. На основі переваг кожного з традиційних присадних матеріалів було запропоновано альтернативний матеріал, отриманий методом порошкової металургії. Спечений дріт може бути

ністю 30 кВт. Для просування дроту, система подачі дроту LaAfet.

Основні залежності параметрів наведені на рис. 2. Одним з параметрів, який має суттєвий вплив на параметри наплавлення – це частота імпульсів. При зростанні частоти, вводиться більше енергії, що у свою чергу впливає на параметри наплавлених валиків [5].

Присадковий матеріал подавався в напрямку до зварювання. З метою визначення оптимальних зварювальних параметрів спочатку було наплавлено одиничні валики, для налаштування параметрів та блоками. За допомогою аналізу цих швів були підібрані оптимальні параметри для здійснення наплавлення. Наплавлювальний матеріал наносився на основний блоками і в один шар, в якості основного виступав чавун GJS 400. Для подальшої оптимізації параметрів варіювалася відстань між валиками від 0,2 до 0,6 мм.

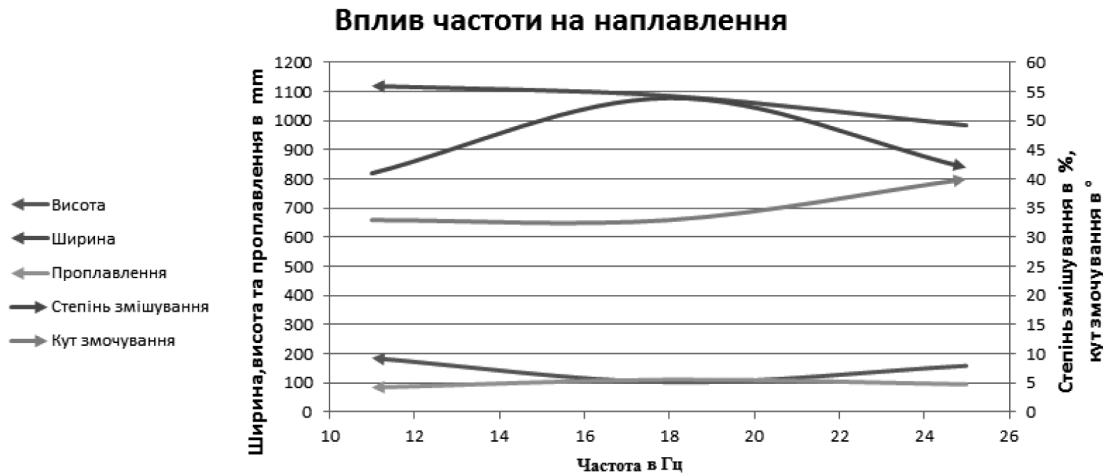


Рис. 2. Вплив основних параметрів

### Висновки

В роботі було проведено ряд досліджень, як для характеристики дроту, так і його схильності до зварюваності. Розрахунковий діаметр дроту складає  $0,397 \pm 0,003$  мм. Механічні та технологічні показники спеченого дроту досліджувались випробуванням на розтяг та на мікротвердість. Вимірювання твердості в повздовжньому напрямку показали відхилення твердості, найменше серед яких дорівнювало 257 HV 0,1 та найбільше складало 332 HV 0,1. Причиною цього є нерівномірний розподіл легуючих елементів. Нерівномірність розподілу легуючих елементів було визначено на основі рентгеноспектрального аналізу. Найбільш поширеними складовими в спеченому дроті матриці є Si, Mn, Fe і Ni. В порожнинах є Mg, O, Al і S. Високий вміст Si є причиною гарячих тріщин[7]. Також нерівномірність розподілу хімічних елементів у дроті є можливою причиною утворення гарячих тріщин.

В ході роботи було встановлено залежність між параметрами наплавлення. В рамках зварювальних випробувань, акцент був зроблений на зміні параметрів та їх впливу на результати наплавлення, серед них тривалість імпульсу, напруги, частоти пульсу, швидкості наплавлення, швидкості подачі дроту, відстанню між наплавленими валиками та положення фокуса. Під час оцінки та оптимізація параметрів було приділено увагу наступним критеріям, як пористості поверхні, поверхневих тріщин, тріщин в поперечному перерізі, пор в поперечному перерізі, ступеню змішування та висоті наплавленого шару.

### Література

- [1] A. Pelz, Verbundprojekt 4: Neuartige PM-Fülldrähte und Sinterbänder für die Schweißtechnik. Teilprojekt 1: Entwicklung pulvermetallurgischer Schweißdrähte 2012.
- [2] Chemnitzer Symposium Fügetechnik/Schweißtechnik: Schweißen mit Fülldraht – Entwicklung und Perspektiven in der Anwendung (Ed: Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Fertigungstechnik/ Schweißtechnik der TU Chemnitz), Chemnitz 2004.
- [3] Thorsten Gerdes, Skriptum zum Praktikum "Werkstoffbezogene Verarbeitungstechnik", Universität Bayreuth SS 2012
- [4] Fachtagung Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen: 7. und 8. Mai 2008 (Ed: SLV Halle) 2008.
- [5] Tilo Büttner, Wachstumskern Thale PM, VP 4: Neuartige PM-Fülldrähte und Sinterbänder für die Schweißtechnik: Teilprojekt 2: Pulvermetallurgische Untersuchungen, Dresden 2012
- [6] Fachtagung Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen: 16. und 17. Mai 2006 (Ed: SLV Halle), DVS 2006.
- [7] E. Toyserkani, A. Khajepour, S. Corbin, Laser Cladding 2005.



Popil N.Y., Hergert A.R., Fink C.E., Huebner A.K.  
Otto-von-Guericke University. Germany, Magdeburg

## RESEARCH ON THE WELDABILITY OF POWDER FILLER WIRE BASED NICKEL OBTAINED BY SINTERING FOR LASER WELDING

*An option to consider alternative filler material as sintered wire under a preponderance of both powder and wire filler material. A description of the properties of sintered wire diameter 0.4 mm, the main alloying components of which are nickel and iron. Also during experimental studies have established relationship between the characteristic parameters of laser surfacing.*

*Keywords:* laser cladding; sintered wire; nickel-based alloy; immixture.

### References

- [1] A. Pelz, Verbundprojekt 4: Neuartige PM-Fülldrähte und Sinterbänder für die Schweißtechnik. Teilprojekt 1: Entwicklung pulvermetallurgischer Schweißdrähte 2012.
- [2] Chemnitzer Symposium Fügetechnik/Schweißtechnik: Schweißen mit Fülldraht – Entwicklung und Perspektiven in der Anwendung (Ed: Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Fertigungstechnik/ Schweißtechnik der TU Chemnitz), Chemnitz 2004.
- [3] Thorsten Gerdes, Skriptum zum Praktikum "Werkstoffbezogene Verarbeitungstechnik", Universität Bayreuth SS 2012
- [4] Fachtagung Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen: 7. und 8. Mai 2008 (Ed: SLV Halle) 2008.
- [5] Tilo Büttner, Wachstumskern Thale PM, VP 4: Neuartige PM-Fülldrähte und Sinterbänder für die Schweißtechnik: Teilprojekt 2: Pulvermetallurgische Untersuchungen, Dresden 2012
- [6] Fachtagung Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen: 16. und 17. Mai 2006 (Ed: SLV Halle), DVS 2006.
- [7] E. Toyserkani, A. Khajepour, S. Corbin, Laser Cladding 2005.