

УДК 621.791.927.7

Ч.В. Пулька, докт. техн. наук, проф., В.С. Сенчишин, М.В. Шарик
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КЕРУВАННЯ СТРУКТУРОЮ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ З ПРИКЛАДАННЯМ МЕХАНІЧНОЇ ВІБРАЦІЇ

Ch.V. Pulka, V.S. Senchyshyn, M.V. Sharyk
**CONTROL OF THE WELD METAL STRUCTURE APPLYING MECHANICAL
VIBRATION**

В сільськогосподарській техніці та інших галузях народного господарства, з метою підвищення зносостійкості та забезпечення самозагострювання робочих поверхонь в процесі експлуатації, широке застосування знайшло індукційне наплавлення порошкоподібними твердими сплавами [1, 2].

Крім того при індукційному наплавленні, а також в різних технологічних процесах зварювання, для підвищення експлуатаційних властивостей наплавленого металу та зварних швів використовують допоміжні технологічні операції (наприклад механічну вібрацію).

В роботах авторів [3, 4] розроблена технологія індукційного наплавлення з прикладанням механічної вібрації та проведені теоретичні дослідження впливу параметрів на структуру складових наплавленого металу при індукційному наплавленні тонких плоских деталей. На основі проведених теоретичних досліджень [4] отримано співвідношення оцінки параметрів вібрації (амплітуди і частоти), для наперед вибраного значення діаметра карбідних складових, які мають вид

$$\begin{aligned} \omega^2 &\leq 0,5(2f_1^2 - 4\xi^2 + 4\rho^{-2}D^{-2}\eta^2a^2h_1^{-4}) + \sqrt{0,25(2f_1^2 - 4\xi^2 + 4\rho^{-2}D^{-2}\eta^2a^2h_1^{-4})^2 - f_1^4}; \\ a^2 &\geq \frac{f_1\rho^2D^2h_1^4[\omega^4 - (2f_1^2 - 4\xi^2)\omega^2 + f_1^4]}{4\eta^2\omega^4}. \end{aligned} \quad (1)$$

Таким чином, якщо будуть задані характеристики рідкого наплавленого металу $f_1, \xi, \rho, \eta, h_1$ (див. позначення в роботі 4), то для заданого розміру складових D структури наплавленого шару можна знайти відповідні параметри вібрації ω і a на основі співвідношень (1).

Для перевірки коректності сформульованої моделі були проведені експериментальні дослідження структури металу, наплавленого індукційним способом без і з прикладанням механічної вібрації [3].

Для проведення досліджень індукційним методом з використанням шихти, що містить порошок сплаву ПГ-С1, були наплавлені плоскі зразки із сталі Ст3 з горизонтальною вібрацією і без вібрації. Наплавлення проводили на високочастотному генераторі типу ВЧГ-60/0,44 при постійній питомій потужності W і часу наплавлення t . Режими були однаковими для двох варіантів наплавлення : анодне напруження 10 кВ; напруження на контурі 5,4 кВ; струм сітки лампи 2,2 А; струм аноду лампи 2 А; час наплавлення 35 с.; амплітуда коливання 0,2 мм при частоті 50 Гц. Електролітичним способом в 20%-ному розчині хромової кислоти (напруження 20 В і час витримки 10 с.) визначали структуру наплавленого металу – хімічним травленням в 4%-ному розчині азотної кислоти. В результаті цього встановлено, що без вібрації карбіди мають розмір 10...12 мкм, а з горизонтальною вібрацією подрібнюються до розмірів 3,5...7 мкм.

Отримані результати порівнювали з розрахунковими за вище сформульованою розрахунковою моделлю.

На основі співвідношень (1) на рис. 1 побудовані графічні залежності $D \sim a$ і $D \sim \omega$. Тут кружечком на графіках відзначено координати точок, в яких співпадають розрахункові і приведені в роботі [3] значення розмірів складових за заданими параметрами вібрації. Це свідчить про коректність і достатню точність запропонованої розрахункової моделі. Як видно з рис. 1 при збільшенні параметрів вібрації a , ω розмір зерна D значно зменшується.

Для більш наочного представлення залежності величини складових D від параметрів вібрації a - амплітуди і ω - частоти побудовано окремо залежності $D \sim a$ і $D \sim \omega$. Для цього використано тільки друге співвідношення (1). Враховуючи, що $f_1^4 \gg \omega^4 - (2f_1^2 - 4\xi^2)\omega^2$, друге співвідношення можна представити наближено так

$$D^3 \geq \frac{8 \cdot 10^{15} \rho^2 h_1^4}{a^2 \eta^2 \omega^4}. \quad (2)$$

На основі співвідношення (2) запишемо рівняння залежностей $D \sim a$ ($\omega = 50 \text{ Гц}$) і $D \sim \omega$ ($a = 0,2 \text{ мм}$) в такому вигляді

$$D \approx 1,45 \cdot a^{-2/3} \text{ (мкм)}, \quad D \approx 785 \cdot \omega^{-4/3} \text{ (мкм)}. \quad (3)$$

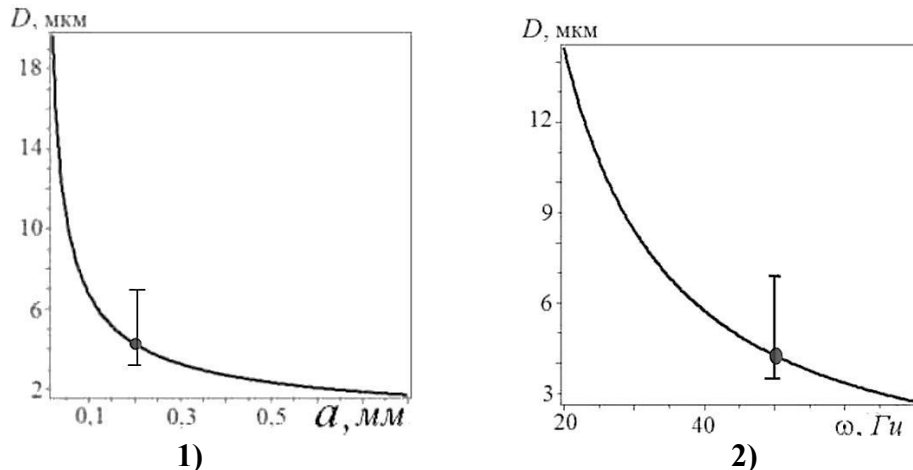


Рис. 1. Залежності $D \sim a$, $D \sim \omega$ розміру зерна D від параметрів вібрації :
1) амплітуди - a ; 2) частоти вібрації - ω .

Таким чином, на основі співвідношення (1) можна підібрати наперед задані значення параметрів вібрації a , ω для яких можна отримати бажану структуру карбідних складових наплавленого шару металу.

Література

1. Ткачев В.Н. Индукционная наплавка твердых сплавов / В.Н. Ткачев, Б.М. Фиштейн, Н. В. Казинцев, Д.А. Алдырев // М.: Машиностроение, 1970. – 184 с.
2. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов. – К.: «Екотехнологія», 2004. – 160 с.
3. Pulka Ch.V. Influence of vibration of parts on structure and properties of metal in surfacing / Pulka Ch.V., Shably O.N., Senchishin V.S., Sharyk M.V., Gordan G.N. // The Paton Welding Journal, January 2012, №1, P. 23–25.
4. Senchishin V.S. Calculation of size of structural constituents of metal deposited by induction method with application of mechanical vibration / Senchishin V.S., Pulka Ch.V. // The Paton Welding Journal, August 2015, №8, P. 31–34.