

УДК 621.791.92:669.018.25

Перемітько В. В., Носов Д. Г., Вершинін М. А.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ФОРМУВАННЯ НАПЛАВЛЕННЯМ КОМПОЗИЦІЙНИХ ШАРІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ОПІРНІСТЮ АБРАЗИВНОМУ ЗНОШУВАННЮ

Під композиційними зазвичай розуміють створені штучно матеріали, що складаються з двох та більше компонентів, які вирізняються складом і мають нові, спроектовані завчасно властивості.

В якості матриць можуть бути використані метали та їх сплави, а також полімери, керамічні та інші матеріали. У разі використання металевих матеріалів важливим способом отримання композиційних структур можуть виступати зварювальні технології [1].

Метою даної роботи було з'ясування можливості формування композиційних шарів при дуговому наплавленні. Задачею дослідження ставилося визначення умов, за яких можливе створення таких шарів, що мають підвищену опірність абразивному зношуванню.

За основу бралася схема дугового наплавлення по шару легуючої шихти, яка дозволяє ефективно зберігати від повного розчинення матеріали, що додатково вносяться у наплавлювальну ванну [2, 3].

Передбачалося внесення до металу, що наплавляється, додаткових компонентів (вуглевмісного волокна та двооксиду кремнію, аеросил) таким чином, щоб попередити їх повне розчинення у металевому розплаві. На відміну від [4], використано схему, згідно якої на поверхню, що піддавалась обробці, попередньо накладалися вуглевмісні волокна (Т 700SC Torrey) смугами, ширина a та відстань b між якими обиралися за умови розташування торця електродного дроту зі зміщенням c відносно краю згаданих смуг (рис. 1):

$$a = (0,6 \dots 0,8)b,$$

$$c = (0,5 \dots 0,7) \cdot (a+b).$$

В якості матеріалу, що фіксує розташування вуглевмісних волокон, використовували ґрунтовку, до якої додавали залізний порошок (15...25 мас. %) та аеросил (0,3...0,6 мас. %). Значення показників a , b та c обиралися також з умови формування валиків наплавленого металу, які б повністю покривали поверхню заготовок з перекриттям 0,25–0,35.

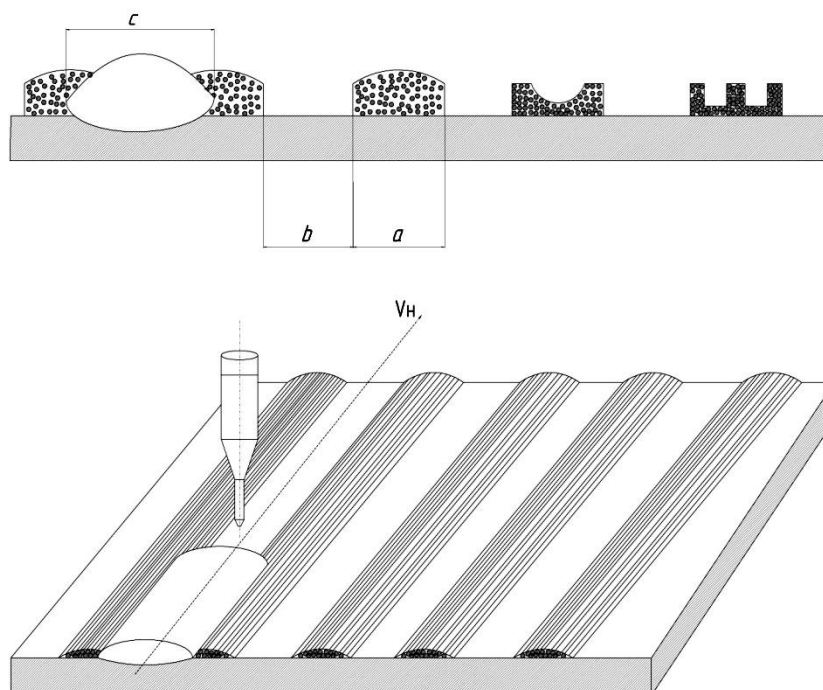


Рис. 1. Схема накладання валиків по попередньо нанесеному матеріалові

Для нанесення поверхневих шарів обрано дріт Св-08Г2С та флюс АН-348А. Дугове наплавлення виконували на установці типу УД-209 дротом діаметром 3мм на постійному струмі зворотної полярності при силі зварювального струму у 400 А, напрузі на дузі 32...36 В, швидкості подачі дроту 160 м/год, швидкості наплавлення 12–16 м/год. Матеріал основи – сталь 09Г2С (твердість у стані поставки – НВ 128...143).

Управління кристалізацією металу валиків виконували за допомогою електромагнітного перемішування наплавлювальної ванни. Для подрібнення структурних складових використовували поздовжні магнітні поля.

Котушку, яка забезпечувала аксіальне магнітне поле, кріпили на мундштук пальника через шар електроізоляції. Живлення котушки під час відпрацювання режиму наплавлення виконували змінним або постійним струмом. У ході експерименту смуги додаткового матеріалу розташовували на різній відстані від осі електродного дроту ($c = 0...6$ мм), а їх ширина знаходилася у межах 8...10 мм.

Для вимірювання твердості на приладі ТК-2 з наплавлених заготовок вирізали плоскі зразки товщиною 15 мм.

Для скорочення кількості експериментів виконували центральне некомпозиційне планування другого порядку для трьох факторів – складу порошкової суміші, що додавалася до ґрунтовки (відповідно від найменших до найбільших значень присутності залізного порошку та аеросилу); кількості шарів вуглевмісного матеріалу в межах одиначної смуги (від 0 до 4 шарів); індукції зовнішнього магнітного поля (від 0 до 70 мТл). Контрольні наплавлення проводили із впливом постійного та змінного (частотою 50 Гц) магнітного поля.

Обробку експериментальних даних виконували за допомогою математичного пакету STATISTICA 6.0.

Обробка експериментальних даних дозволила отримати наступні регресійні залежності:

- різниці ΔHB між значеннями твердості на периферії та по центру валиків:

$$\Delta HB = 7,5 - 0,233 \cdot B + 0,833 \cdot A - 1,125 \cdot n + 0,0028 \cdot B^2 + 11,1 \cdot A^2 + 0,75 \cdot n^2 - 0,056 \cdot B \cdot A - 0,025 \cdot B \cdot n - 1,667 \cdot A \cdot n$$

- значення твердості наплавлених шарів HB_n на периферії валиків:

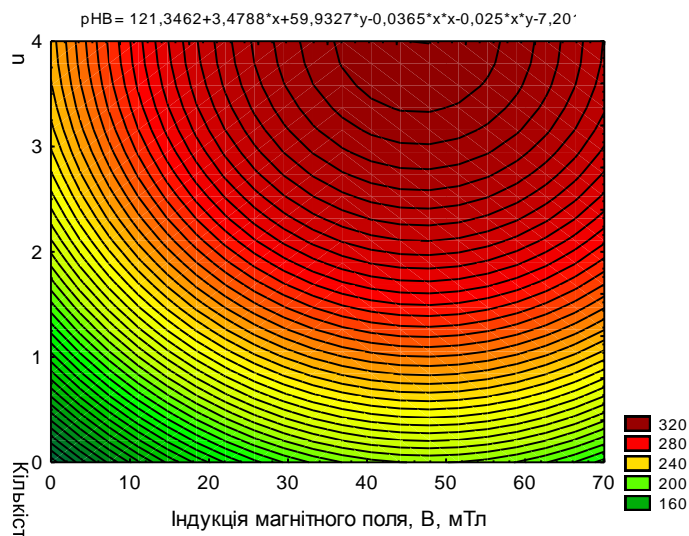
$$HB_n = 68,75 + 4,408 \cdot B + 272,5 \cdot A + 64,5 \cdot n - 0,0414 \cdot B^2 - 291,67 \cdot A^2 - 8,438 \cdot n^2 - 1,833 \cdot B \cdot A - 3,33 \cdot A \cdot n,$$

- значення твердості $HB_{\text{ц}}$ по центру валиків:

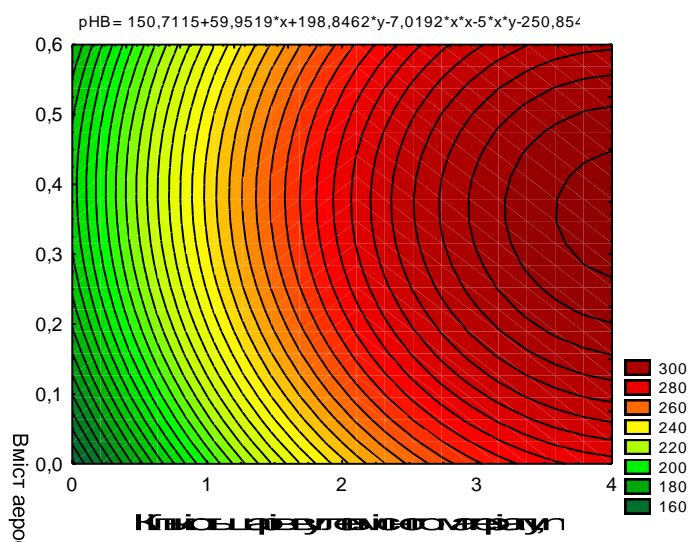
$$HB_{\text{ц}} = 76,25 + 4,175 \cdot B + 273,3 \cdot A + 63,375 \cdot n - 0,0386 \cdot B^2 - 280,556 \cdot A^2 - 7,688 \cdot n^2 - 1,889 \cdot B \cdot A - 0,025 \cdot B \cdot n - 5,0 \cdot A \cdot n,$$

де B – індукція магнітного поля, мТл; A – концентрація (частка) аеросилу SiO_2 у ґрунтовці (0...0,6%); n – кількість шарів.

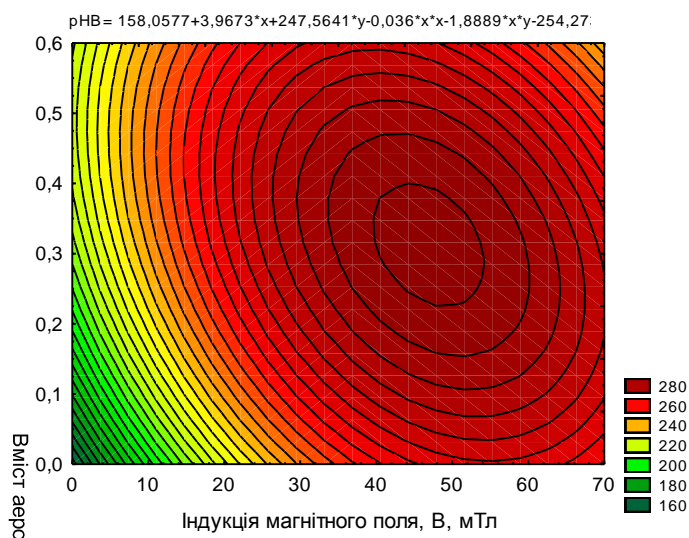
З одержаних результатів вимірювання твердості витікає, що дієвість підводу до котушки змінного магнітного поля вища, ніж від постійного: у цьому разі фіксується збільшення твердості на НВ15–20, а балу зерна – на 1–2 одиниці. Найбільші значення твердості фіксуються на периферії наплавлених валиків, виразний максимум спостерігається при чотирьох шарах вуглевмісного матеріалу та індукції 40–60 мТл при концентрації аеросилу у ґрунтовці 0,3...0,4% (рис. 2).



а)



б)



в)

Рис. 2. Твердість (HB) наплавленого металу на периферії валиків в залежності від кількості шарів вуглевмісного матеріалу, вмісту аеросилу та індукції повздовжнього магнітного поля (вміст залізного порошку в ґрунтовці 25 мас. %)

Для центральної зони валика залежність аналогічна, відмінність – у значеннях твердості: вони знижуються на HB20...40.

Максимальний перепад твердості між периферійною зоною валика спостерігається при найбільшій кількості внесеного вуглевмісного матеріалу та значеннях індукції зовнішнього магнітного поля не більше 10...15 мТл (рис. 3). Очевидно, що при більш інтенсивному зовнішньому магнітному впливі перемішування металу ванни стає активнішим і хімічний склад розплаву вирівнюється.

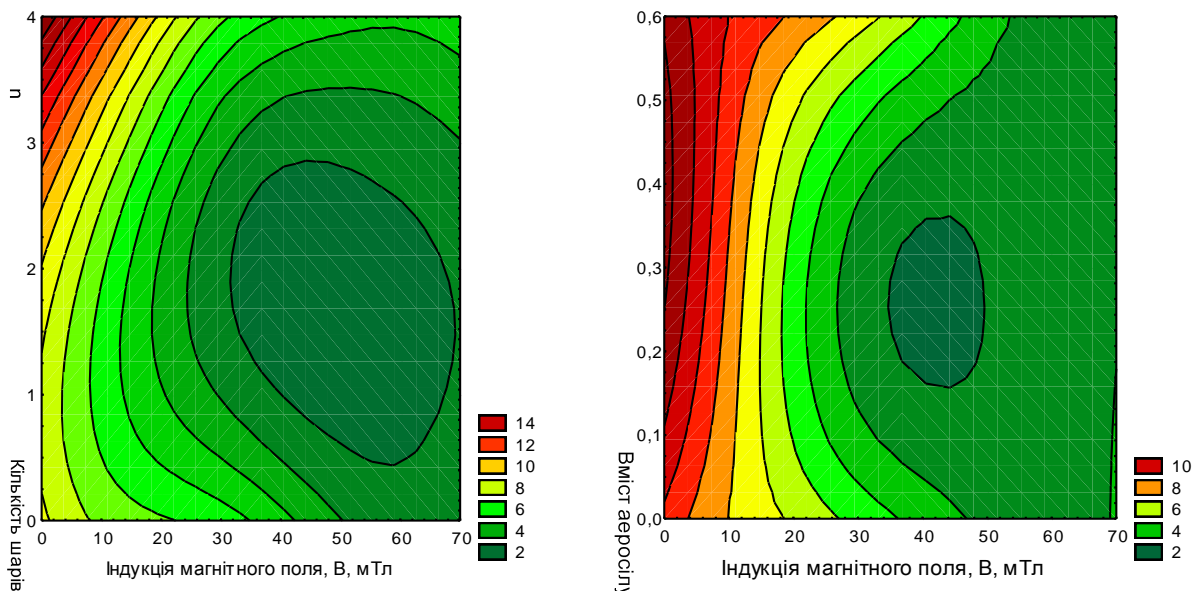


Рис. 3. Різниця між значеннями твердості Δ НВ на периферії та по центру валиків в залежності від кількості шарів вуглевмісного матеріалу, вмісту аеросилу та індукції по-здовжнього магнітного поля (вміст залізного порошку в ґрунтовці 25 мас. %)

У разі співвісного смугам вуглевмісного матеріалу наплавлення валиків спостерігається максимальне розчинення попередньо нанесених компонентів та фіксуються карбіди, що рівномірно розподіляються за об'ємом нанесеного металу, який має феритно-перлітну основу (рис. 4,а). При максимальному зміщенні c (рис. 4,б) спостерігається скупчення диспергованих графітових вкраплень, найбільше – на периферії наплавлених валиків.

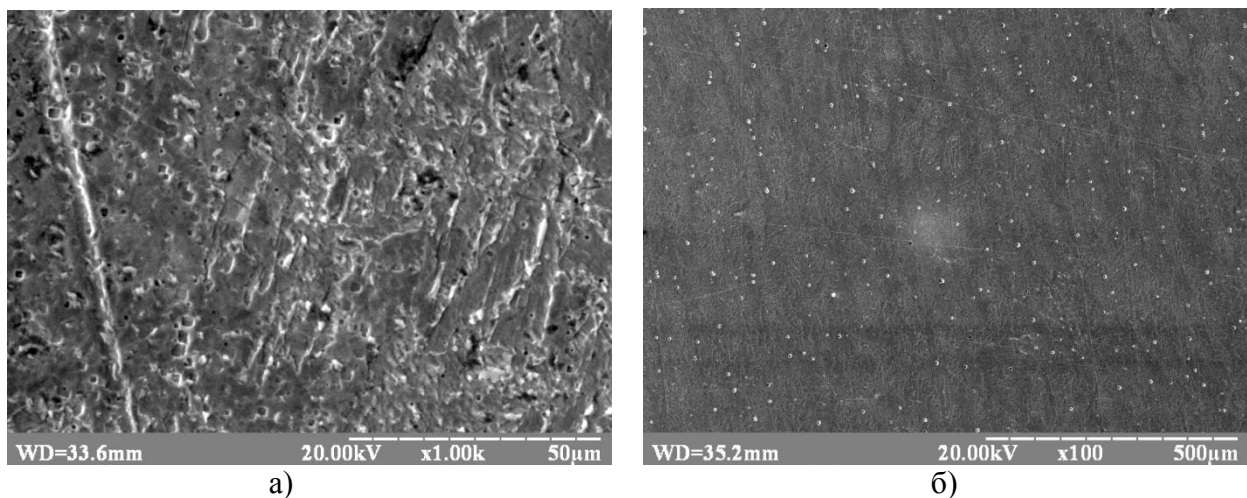


Рис. 4. Структура наплавленого металу при різних значеннях зміщення торця дроту відносно краю смуг додаткового матеріалу: $c = 0$ мм (а), $c = 6$ мм (б)

Виявлену неоднорідність ΔНВ по ширині наплавленого шару при його формуванні з перекриттям окремих валиків, сприйнято як позитивний результат. Очікується, що це повинно сприяти збільшенню опірності зношуванню за рахунок формування періодичної хвилястості контактуючих поверхонь і, як наслідок, зменшенню їх проковзування у разі обертального робочого руху деталей.

Зниження твердості при збільшенні присутності аеросилу у ґрунтовці може бути пояснено погодженим зростанням частки залізного порошку та модифікувальною дією аеросилу, що призведе до подрібнення фазових складових структури наплавленого металу.

ВИСНОВКИ.

1. Виявлено можливість отримання композиційних шарів шляхом їх формування дуговим наплавленням при попередньому нанесенні на поверхню додаткових матеріалів та дії зовнішнього магнітного поля.

2. Визначено оптимальний діапазон параметрів режиму, при яких забезпечується максимальне збільшення твердості та подрібнення зерна структурних складових.

Запропоновано аналітичні залежності для визначення твердості наплавлених шарів та різниці її значень по зонах окремих валиків, що досягається попереднім дискретним, окремими смугами в напрямку обробки, нанесенням вуглевісного та модифікувального матеріалів.

Як позитивний результат, розцінено виявлену неоднорідність матеріалу за складом та твердістю по ширині наплавлених шарів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Структура и износостойкость при абразивном изнашивании наплавленного металла, упрочненного карбидами различных типов / И.А.Рябцев, А.И.Панфилов, А.А.Бабинец [и др.] // Автоматическая сварка. – 2015. – №5-6. – С.84–88.

2. Перемитько В.В. Износостойкая дуговая наплавка по слою легирующей шихты / В.В.Перемитько // Автоматическая сварка. – 2014. – №8. – С.56–59.

3. Перемитько В.В. Оптимизация режимов дуговой наплавки под флюсом по слою легирующей шихты деталей ходовой части гусеничных машин / В.В.Перемитько, Д.Г.Носов // Автоматическая сварка. – 2015. – №5-6. – С.49–51.

4. Савуляк В.І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В.І.Савуляк, С.А.Заболотний, В.Й.Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. – №1. – С.66–70.

Стаття надійшла до редакції 19.05.2016 р.