

УДК 669.018.8+621.78

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ ПОКРИТТЯМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОДИФІКУВАННЯ ВТОРИННОЮ СИРОВИНОЮ<sup>8</sup>

Руденко М.В., ст. гр. МС-36Г1-21, ХНАДУ

***Анотація.** Розглянуто спосіб модифікування з використанням магнітної складової вторинної сировини для зміцнення та відновлення поверхонь зношених деталей, виготовлених з низьколегованих та вуглецевих марок сталей. Досліджено вплив технології модифікування покриття магнітної складової детонаційної шихти при наплавленні на структуру, твердість та зносостійкість відновленого шару. Встановлено, що застосування запропонованого способу збільшує зносостійкість відновленої деталі на 25%.*

***Ключові слова:** наплавка, низьколеговані сталі, детонаційна шихта, магнітна складова, зносостійкість.*

## INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF STRENGTHENED AND RESTORED PARTS BY COATING USING MODIFICATION WITH SECONDARY RAW MATERIALS

Rudenko M.V., st. of gr. МС-31-20, KhNAHU

***Abstrac.** The method of modification using the magnetic component of secondary raw materials for strengthening and restoring the surfaces of worn parts made of low-alloy and carbon grades of steel is considered. The effect of the technology of modification of the coating of the magnetic component of the detonation charge during surfacing on the structure, hardness, and wear resistance of the restored layer was studied. It was established that the use of the proposed method increases the wear resistance of the restored part by 25%.*

***Key words:** surfacing, low-alloy steels, detonation charge, magnetic component, wear resistance.*

### Вступ

В даний час у ремонтному виробництві для виробів з вуглецевих низьколегованих сталей, особливо схильних до інтенсивного зносу і руйнування робочих поверхонь, ефективно використовуються технології відновлення деталей наплавленням. Для підвищення твердості, жаро- та корозійної стійкості зношеної поверхні сталевих та чавунних деталей машин проводять наплавлення низьковуглецевою сталлю, з подальшим електролітичним боруванням наплавленого шару. Однак, такий спосіб формування наплавленого шару призводить до збільшення частки неметалевих включень, які в умовах експлуатації схильні до фарбування та додаткового абразивного зносу, а також сприяють пошкодженню робочих поверхонь. Крім того, при підвищенні температури в осередку тертя такі неметалеві включення будуть концентраторами напруги.

Пропонуються різні способи формування легованих зносостійких покриттів, нанесених як суцільним шаром, так і розташованих островами на поверхні деталей. Але відомі способи не забезпечують рівномірного структуроутворення і однорідної концентрації легуючих компонентів перерізу наплавленого шару.

Найбільш поширеними та актуальними на даний момент є технології модифікування покриття в процесі наплавлення підвищення механічних властивостей нанесеного шару. Використання вторинної детонаційної сировини для модифікування поверхонь є ефективним

<sup>8</sup> Робота виконана під керівництвом старшого викладача Омельченко Л.В.

напрямом досліджень, оскільки не потребує додаткових витрат на його одержання. Така сировина є результатом утилізації боєприпасів, що відслужили термін зберігання та використання.

### Мета та завдання дослідження

Метою роботи є дослідження можливості використання магнітної складової детонаційної шихти від утилізації боєприпасів як порошкова модифікуюча композиція при нанесенні покриття для забезпечення відновлення та підвищення зносостійкості виробів

До завдань досліджень входило вивчення різних способів відновлення поверхні виробів наплавленням, аналіз впливу магнітної складової детонаційної шихти на характеристики тертя, зносостійкість, твердість, а також встановлення впливу запропонованого способу нанесення покриття на структуру металу відновленого або зміцненого шару та оцінка розподілу компонентів при введенні такої модифікуючої присадки.

### Методика та результати досліджень

Для відновлення поверхні зношених виробів використовували комбінований спосіб електродугового наплавлення та модифікування наплавленого шару детонаційної шихтою, отриманої від утилізації боєприпасів. На спеціально підготовлену поверхню деталі при відновленні наносили покриття електродом з вуглецевої сталі з одночасним модифікуванням і використанням магнітної складової детонаційної шихти в кількості 10 - 15 %. Хімічний склад фракції: С – 2,87 – 4,5 %; Сu – до 6,10 %; Fe – інше. З цих компонентів складається детонаційна шихта, яка включає: оксиди заліза, міді та дисперсні алмази, а також графіт.

Для спотворення впливу модифікування при наплавленні на різні типи покриттів були проведені порівняльні випробування. Відносну зносостійкість різних способів відновлення та модифікування поверхонь зношених деталей проводили та оцінювали за трьома варіантами:

- наплавлення електродом Е46 без введення добавок, що модифікують;
- наплавлення електродом Е46 з обмазкою магнітної складової детонаційної шихти від утилізації боєприпасів;
- наплавлення із застосуванням шлікерного покриття та добавкою магнітної складової детонаційної шихти.

Для визначення трибологічних характеристик відновленого шару наплавленням були проведено випробування на зношування машиною тертя СМЦ - 2 за схемою Брінелля (диск-колодка). Як середовище випробувань для зразків було обрано кварцовий пісок фракцією 0,25 - 0,4 мм, який безперервно подавався в зону тертя. В якості контртіла для зразків використовували диск діаметром 50мм, який виготовлений з сталі Х18Н10Т. Навантаження на зразки становило 100Н на шлях тертя 100м та при швидкості ковзання 785 м/с.

Для вимірювання величини зношування зразків використовували лабораторні ваги марки WA-200. Проведені випробування на знос у середовищі кварцового піску показали, що наплавлення електродом 946 з модифікуванням його покриттям магнітної складової детонаційної шихти збільшує зносостійкість відновленої деталі на 25 %. При цьому даний тип наплавлення також істотно знижує знос деталей, що сполучаються на 37 %.

З отриманих даних випливає, що добавка магнітної складової детонаційної шихти вгляді шлікерного покриття при наплавленні трохи знижує зносостійкість (10%) відновленої деталі і трохи підвищує знос контртіла (на 4 %). Такий ефект пов'язаний із неоднорідним застосуванням присадки, яка нерівномірно розподіляє відновленого шару.

Проведені дослідження показали, що зміна покриття магнітної складової детонаційної шихти суттєво збільшує зносостійкість відновленої деталі. Однак введення добавки у шлікерне покриття не призводить до бажаного результату. Для дослідження структури металу нанесеного шару та однорідності розподілу компонентів модифікуючої композиції у покритті використовували мікро рентгеноспектральний аналіз, який проводили на растровому електронному мікроскопі JOL JSM-6390LV при прискорюючій напрузі 20kV. Дослідження всієї пове-

рхні проводили зі збільшенням до 500 крат. Локальний аналіз здійснювали за великих збільшеннях до 10000 крат.

Проведеними дослідженнями було виявлено, що структура наплавленого покриття електродом 346 без введення добавок, що модифікують, містить велику кількість включень (рис. 1, а), хімічний склад яких наступний: Al - 0,67 %; Si - 7,91 %; Ti - 1,52%; Mn - 10,64 %; Fe - 79,25 %.



Рис. 1. Неметалеві включення при наплавленні без модифікування  $\times 100$

Така неоднорідність хімічного складу отриманого наплавленого покриття негативно впливає на властивості відновленої поверхні та призводить до зниження зносостійкості. Істотний внесок у незадовільну якість наплавленої поверхні робить і дендритна структура

Проведеним аналізом чотирьох зон літали (відновленою із застосуванням шлікерного покриття та добавкою магнітної складової детонаційної шихти): наплавлення, перехідного шару, зони термічного впливу та основного металу встановлено, що даний метод доцільно використовувати для наплавлення на вироби з низьколегованих сталей, тому що його легко коригувати за змістом присадок, що вводяться.

При наплавленні електродом 346 з обмазкою магнітної складової детонаційної шихти забезпечується підвищення зносостійкості виробу за рахунок збільшення мікротвердості покриття з Н-50-230-240 до Н-50-260-275, зменшення розміру зерен у відновленому шарі з 40-60 мкм до 15 - 20 мкм.

У ході досліджень було встановлено, що при використанні модифікуючої добавки менше 10% частини дроту для наплавлення не досягається рівномірного подрібнення зерен, а більше 15% сприяє появі неметалевих включень за рахунок часткового розчинення оксидів, що входять до складу такої вторинної шихти. Введення магнітної шихти при наплавленні знижує рівень напруг (оцінено згідно з показниками коерцитивної сили), який зменшується в 1,2 - 1,4 рази в порівнянні з покриттям без додавання модифікатора.

### Висновки

У роботі порівняно досліджено три різні способи відновлення деталей наплавленням та оцінено можливість застосування магнітної складової детонаційної шихти від утилізації боєприпасів як порошкова модифікуюча композиція при нанесенні покриття для забезпечення відновлення та зміцнення виробів, виготовлених з низьколегованих та вуглецевих марок сталей.

Проведено дослідження впливу модифікування на твердість, зносостійкість та структуру відновленого шару. Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок про те, що спосіб наплавлення з добавкою магнітної складової детонаційної шихти дозволяє коригувати споживчі якості відновленої поверхні виробів та підвищити їхню зносостійкість на 25 % за рахунок зменшення розміру зерен у 3 рази, зниження напруги у 1,2 - 1,4 рази та підвищення твердості на 15 %. Це дозволяє продовжити термін експлуатації та уникнути передчасного руйнування деталей.

### Література

1. Скобло Т. С. Новий спосіб відновлення деталей/Т.С. Скобло, А.В. Тихонов, І.М. Рибалко / Збірник наукових праць ХНАДУ: "Автомобільний транспорт". – Харків, 2012. Вип. 31. – С. 124-128.
2. Патент України № 19594 А, С23С 8/00, 25.12.1997. Спосіб відновлення сталевих та чавунних деталей машин.
3. Патент Ф № 2060143, В24В39/00, 20.05.1996. Спосіб зміцнення поверхонь деталей індукційною наплавкою.
4. Патент України № 47955, В23Н9/00, 15.07.2002. Спосіб формування зносостійких покриттів
5. Марков А.В. Використання вторинної сировини для модифікації при відновленні деталей наплавленням / А.В. Марков, Т.В. Мальцев // Матеріали VIII Міжнародної конференції молодих вчених та спеціалістів зварювання та споріднені технології 20-22 травня 2015 р. – К. – 2015. – С.112.
6. Скобло Т. С. Дослідження впливу способу наплавлення на властивості відновлюваного металу деталі/Т.С. Скобло, С.П. Романюк, Л.В.Омельченко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Харків, 2017. Вип. 183. – С. 145-150.
7. Патент №17615 Україна, МІК В22D 19/08, В22D 19/10. Спосіб підвищення властивостей покриттів модифікаванням при наплавленні / Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, С.П. Романюк, Л.В. Омельченка, І.М. Рибалко, О.О. Гончаренко, В.М.Заєць; заявник та патентоутримувач Т.С. Скобло. – ц 2017 01633. заявл. 20.02.17.; опубл. 26.06.17., Бюл. № 12.