

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Трембача Іллі Олександровича на тему: «Розробка самозахисного порошкового дроту для наплавлення деталей з високоманганової сталі», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

На експертизу представлено дисертаційну роботу обсягом 198 сторінок тексту і копії 7 наукових праць, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації, патент на винахід і 11 наукових праць, що засвідчують апробацію дисертації. Також надані документи стосовно впровадження науково-технічних розробок за матеріалом дисертації.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу наплавлення деталей, що зазнають ударно-абразивного зносу за рахунок введення екзотермічної суміші до складу самозахисного порошкового дроту (СПД) та покращення механічних та експлуатаційних властивостей наплавленого металу.

Об'єктом дослідження є процес зміцнення і відновлення робочих поверхонь деталей, що зазнають ударно-абразивного зносу, шляхом наплавлення СПД нових сплавів на основі системи Fe–C–Mn–Cr–Ti.

Предметом дослідження є зварювально-технологічні характеристики СПД до складу якого введено екзотермічний додаток (ЕД)) та оксид РЗМ, структура, механічні і експлуатаційні властивостей наплавленого металу на основі системи Fe–C–Mn–Cr–Ti та технологія зміцнення деталей, що зазнають ударно-абразивного зносу.

Дисертаційну роботу Трембач Ілля Олександрович виконував у Донбаський державній машинобудівній академії протягом 2019–2025 р.р. згідно держбюджетної наукової теми «Підвищення ефективності застосування екзотермічних сумішей при електродуговому зварюванні та електрошлакових процесах» (№ держреєстрації 0119U103451, 2019–2024 р.р.).

## **1. Актуальність наукового дослідження.**

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі – підвищенню зносостійкості поверхні деталей шляхом використання розробленого і запропонованого для механізованого електродугового наплавлення захисного порошкового дроту. Запропонований порошковий дріт доцільно використовувати як для відновлення і зміцнення зношених деталей так і для виготовлення нових деталей. Наплавлений на робочу поверхню деталей метал характеризується підвищеною зносостійкістю в умовах дії на таку поверхню динамічних навантажень і абразивного матеріалу.

## **2. Зміст та обсяг дисертації.**

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списків літературних джерел, стосовно кожного із п'яти розділів, і додатків.

У 1-му розділі наводиться аналіз досліджень спрямованих на визначення довговічності деталей, які зазнають ударно-абразивного зносу в процесі їх роботи, а також матеріалів, що надають їм зміцнення. Враховували, що розроблення нових і удосконалення відомих зносостійких матеріалів базується на умовах експлуатації. Пріоритетним напрямом є створення матеріалів з метастабільними структурами шляхом вибору легуючого комплексу для підвищення міцності наплавленого шару. Обґрунтували, що практичний інтерес представляє технологія наплавлення високоманганових сталей з використанням СПД на основі  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$ . Перспективним для умов ударно-абразивного впливу на поверхню деталей є напрям дослідження системи легування  $\text{Fe-C-Mn-Cr-Ti}$  з використанням модифікуючих оксидів рідкоземельних металів. Обґрунтували, що для підвищення експлуатаційних властивостей доцільно створювати багатофазну структурно-фазову систему, до складу якої входить мартенсит, а також карбіди і карбонітриди та метастабільний аустеніт, який зазнає мартенситного перетворення при навантаженнях в умовах експлуатації. Доцільно надавати відповідний вплив на його структурне перетворення.

У 2-му розділі наводиться обґрунтований вибір напрямів і методик дослі-

джень стосовно використання порошкового дроту та властивостей наплавленого металу. Також проаналізовано трибологічні властивості наплавленого металу і особливості штатних випробувань на абразивний і ударно-абразивний знос. При визначенні властивостей порівнювали показники відомих матеріалів з експериментальними. Даються методики, які задіяні в експериментах стосовно стійкості наплавленого металу до абразивного і ударно-абразивного зносу. Також наводиться методика визначення трибологічних властивостей сталей шляхом склерометричного випробування і опис досліджень динамічного зміцнення ультразвуковою ударною обробкою. Даються методики дослідження службових характеристик самозахисного порошкового дроту та методики дослідження структурно-фазового стану наплавленого металу.

Розділ 3-й присвячено розробці складу наповнювача СПД з екзотермічним додатком  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$  та дослідження його зварювально-технологічних властивостей. Визначали хімічний склад та наявність легуючих елементів, що увійшли до складу запропонованого порошкового дроту 140Г6ХЗТ, який містить екзотермічний додаток  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$ . Обґрунтували використання оптимальних параметрів режиму наплавлення, що дозволило отримати наплавлений метал з аустенітною структурою і дисперсними карбідами.

Таким чином отримали наплавлений метал фізико-механічні властивості якого є більш високими порівняно з аналогічними властивостями наплавленого металу отриманого за штатною технологією.

В розділі 4 наводяться результати дослідження впливу режимів наплавлення СПД з екзотермічним додатком  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$  на мікроструктуру та механічні властивості наплавленого металу. Вивчали вплив режимів наплавлення СПД з екзотермічним додатком  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$  на величину зерна, морфологію неметалевих включень та твердість наплавленого металу. Досліджували вплив екзотермічного додатку  $\text{MnO}_2 + \text{Al}$ , а також вмісту в наповнювачі СПД мангану, вуглецю та модифікаторів  $\text{Ti}$  і  $\text{PЗМ}$  на показники розплавлення та наплавлення СПД. Встановили, що при збільшенні вмісту екзотермічного додатку у складі наповнювача СПД в межах 20–40 % вміст вуглецю у наплавленому металі

зменшується.

5-й розділ присвячено дослідженню мікроструктури, визначенню механічних та трибологічних властивостей СПД 140Г6ХЗТ і його промислового впровадженню. Встановили, що запропонований СПД (140Г6ХЗТ) в порівнянні з відомими СПД характеризується більш високими фізико-механічними властивостями. Згідно випробувань стійкість до зношування відновлених хрестовин стрілочних переводів зі сталі 110Г13Л з використанням запропонованого СПД (140Г6ХЗТ) збільшилася у 1,62–1,85 рази, а стійкість зміцнених черпаків живильника зі сталі 30Л збільшилася у 3,10–3,26 разів.

### **3. Повнота викладення отриманих результатів у наукових виданнях.**

Основні результати і наукові положення, висновки та рекомендації, що наведені в дисертації повністю висвітлені у 7 наукових публікаціях, з яких 5 у закордонних виданнях. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на 16 міжнародних конференціях та семінарах. За матеріалом дисертації отримано один патент України на винахід.

### **4. Рекомендації по використанню результатів дисертації.**

Отримані та запропоновані автором результати доцільно використовувати у машинобудівній галузі України для виготовлення обладнання, яке застосовується для розробки корисних копалин. Таке обладнання працює в умовах інтенсивного ударно-абразивного зносу. І тому отримані в дисертаційній роботі результати, що забезпечують підвищену стійкість до зносу і руйнування деталей, доцільно впроваджувати першочергово на таких підприємствах. Водночас результати досліджень корисно використовувати і в матеріалі відповідних дисциплін, які викладаються у ВНЗ за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

### **5. Оформлення дисертації.**

Дисертаційна робота викладена логічно, послідовно і коректно. Оформлення дисертації відповідає нормативним положенням.

## **6. Зауваження щодо змісту та оформлення роботи.**

Слід відзначити наступні зауваження щодо змісту та оформлення розглянутої дисертаційної роботи, що рецензується:

– у змісті, стор. 16, не наведено: підпункт 2.2.1 (стор. 87); підпункт 2.2.2 (стор. 89); підпункт 2.2.3 (стор. 90); підпункт 2.2.4 (стор. 90); підпункт 2.2.5 (стор. 91);

– у змісті, стор. 17, не наведено: підпункт 2.3.1 (стор. 92); підпункт 2.3.2 (стор. 92); підпункт 2.3.3 (стор. 93); підпункт 2.3.4 (стор. 94);

– у змісті, стор. 17, не наведено: підпункт 3.2.1 (стор. 114); підпункт 3.2.2 (стор. 116); підпункт 3.2.3 (стор. 118); підпункт 3.3.1 (стор. 122); підпункт 3.3.2 (стор. 122); підпункт 3.3.3 (стор. 124); підпункт 3.4.1 (стор. 129); підпункт 3.4.2 (стор. 131); підпункт 3.4.3 (стор. 132);

– у змісті, стор. 17, не наведено: підпункт 3.5.1 (стор. 136); підпункт 3.5.2 (стор. 137); підпункт 3.5.3 (стор. 138);

– у змісті, стор. 17, не наведено: підпункт 4.2.1 (стор. 150); підпункт 4.2.2 (стор. 151); підпункт 4.2.3 (стор. 152); підпункт 4.3.1 (стор. 155); підпункт 4.3.2 (стор. 156); підпункт 4.3.3 (стор. 157); підпункт 4.4.1 (стор. 160); підпункт 4.4.2 (стор. 161); підпункт 4.4.3 (стор. 161);

– допускаються окремі помилки при наведенні індексів хімічних сполук. Наприклад, стор. 102.

– мають місце граматичні помилки. Наприклад, стор. 177, 178, 186, 188, 190.

## **7. Висновок про відповідність дисертації паспорту спеціальності і встановленим вимогам.**

Зазначені зауваження можна вважати такими, що не знижують цінності роботи та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Дисертаційна робота Трембача Іллі Олександровича є завершеним науковим дослідженням, що містить нові науково-обґрунтовані теоретичні та практичні результати у галузі матеріалознавства та зварювання.

Дисертаційна робота оформлена у відповідності до чинних вимог ДСТУ.

В цілому вважаю, що дисертаційна робота Трембача Іллі Олександровича на тему: «Розробка самозахисного порошкового дроту для наплавлення деталей з високоманганової сталі» відповідає чинним кваліфікаційним вимогам п. п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів» і затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р.

Все вищенаведене дає підстави стверджувати, що дисертаційну роботу виконано на високому науковому рівні, а її автор Трембач Ілля Олександрович – заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор  
кафедри зварювання  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»



Віталій ДМИТРИК

