

## АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ТА ЇХ ТРИБОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Трембач Б.О.<sup>1</sup>, PhD, інженер, Глушкова Д.Б.<sup>2</sup>, д.т.н., проф.,  
Трембач І.О.<sup>1,3</sup>, аспірант, інженер

<sup>1</sup>ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», м. Краматорськ

<sup>2</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

<sup>3</sup>Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Абразивне зношування є найважливішим типом зношування, оскільки воно становить майже 63 % витрат на зношування [1-2]. Ця проблема особливо важлива в гірничодобувній промисловості [2-3]. Механізм зношування є складним поверхневим процесом, який залежить від багатьох умов. Виготовлення деталей, що швидко зношуються, із зносостійкого сплаву є недоцільним через високу вартість і складність подальшої механічної обробки. У цьому випадку більш економічним і технологічним є локальне нанесення зносостійкого покриття. Технологія наплавлення вважається економічним способом покращення властивостей, тому що є широкий спектр наплавочних матеріалів. Серед методів нанесення зносостійкого шару наплавлення найбільшого поширення набуло ручне дугове зварювання (SMAW або MMAW) та наплавлення порошковими дротами (FCAW) [4, 5]. Широкий спектр сплавів для наплавлення, з метою захисту від зносу, комерційно доступний, тому вибір найкращого сплаву для конкретного застосування є дуже важливим. Композиція напавленого металу залежатиме від складу матеріалу для наплавлення, способу та технології наплавлення [6]. В такому випадку постає завдання пошуку оптимального способу наплавлення та пошуку раціонального матеріалу для наплавлення [7, 8]. Рекомендації виробників матеріалів для наплавлення зазвичай дають лише словесну кваліфікацію їх продукції та галузі застосування. Тому актуальним є питання вибору зварювальних матеріалів у лабораторних умовах.

Мета роботи полягала в проведенні оцінки мікроструктури, механічних властивостей та вивченні трибологічної поведінки за умов зношування жорстко закріпленим абразивом різних зносостійких матеріалів, а також пошук кореляції між механічними властивостями та інтенсивністю абразивного зношування (ІЗ).

Наплавлення виконували у два-три шари, в залежності від рекомендацій виробника, на пластині із низьковуглецевої сталі S 235 J2G2 EN 10025-2 (St3ps) розміром 10x100x200 мм на зварювальному апараті з використанням джерела живлення з жорсткою вольт-амперною характеристикою та попереднім нагрівом до 250 ° С. Після осадження зварювані зразки повільно охолоджували в сушильній камері до 200 ° С. Для досліджень використовували наступні матеріали для наплавлення: електроди Э-225Х10Г10С ГОСТ 10051-75 (ЦН-11), Э-320Х23С2ГТР ГОСТ 10051-75 (Т-620), Э-90Х4Г2С3Р ГОСТ 10051-75 (ОЗН-6), та порошковий дріт ПП-Нп-200Х15С1ГРТ (АН-125). Проводили хімічний аналіз за допомогою оптико-емісійного спектрометра Spectrolab LAVFC01A та мікроструктурні дослідження. Випробування на абразивну зносостійкість жорстко закріпленим абразивом проводять на приладі для випробувань за схемою "штифт-диск" (pin-on-disk) з навантаженням 0,44 Н/см<sup>2</sup>. Як абразивний матеріал використовували електрокорундове полотно. Диск обертався електродвигуном зі швидкістю 960 об/хв.

Структура металу ЦН-11 являє собою евтектику та аустеніт. Структура напавленого металу, виконана електродами Т-620, складається з карбідної евтектики на основі  $\alpha$ -твердого розчину та великої кількості первинних карбідів хрому Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>. Напавлений метал характеризується підвищеною крихкістю та схильністю до утворення тріщин. Структура напавленого металу, виконана електродами ОЗН-6, являє собою евтектику з перліту та карбідів, а скелет з первинних боридів Fe<sub>2</sub>B.

Дослідження показали, що вибір зварювального матеріалу є більш значущим параметром, чим технологія наплавлення. Показано, що кращу кореляцію між інтенсивністю абразивного зношування (ІЗ) та механічними властивостями показала твердість.

Сплав, наплавлений електродами Е-90Х4Г2С3Р (ОЗН-6), є більш доцільним з точки зору механічних властивостей та абразивної зносостійкості, тоді як з точки зору продуктивності процесу наплавлення та абразивної зносостійкості більш доцільним є використання технології наплавлення порошковим дротом ПП-Нп-200Х15С1ГРТ (АН-125).

### Література

1. Suresha, B., Seetharamu, S., & Kumaran, P. S. (2009). Investigations on the influence of graphite filler on dry sliding wear and abrasive wear behaviour of carbon fabric reinforced epoxy composites. *Wear*, 267(9-10), 1405-1414.

2. Гринь, А. Г., Трембач, Б. А., & Трембач, И. А. (2016). Моделювання силового впливу породи на черевик коритної мийки. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії*, (2), 96-100.

3. Гринь, О. Г., Трембач, Б. О., & Трембач, І. О. (2018). Сучасні матеріали для підвищення зносостійкості деталей машин наплавленням при гідроабразивному зносі. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії*, (2), 41-46.

4. Ivanov, O., Kramar, N., Marynenko, S., Koval, I., & Huryk, O. (2022). Using of 3d modeling for investigation of the structure of hardfacing materials developed with fcaw using of powder electrodes with reaction mixture Fe-MO-BC. *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“*, 184-186.

5. Trembach, B., Vynar, V., Trembach, I., & Knyazev, S. (2022). Comparison of two-body abrasive wear resistance of high chromium boron-containing Fe-CB-13wt.% Cr Ti alloy with incomplete replacement of Cr for Cu the Fe CB 4wt.% Cr 7wt.% Cu-Ti alloy. *Problems of Tribology*, 27(3/105), 34-40.

6. Глушкова, Д. Б., Багров, В. А., Демченко, С. В., Волчук, В. М., Калінін, О. В., & Калініна, Н. Є. (2022). Структура і властивості порошкових газоплазмених покриттів на основі нікеля. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, (97), 74-74.

7. Вахрушева, В. С., Глушкова, Д. Б., Волчук, В. М., Носова, Т. В., Мамчур, С. І., Цокур, Н. І., ... & Скрипніков, В. О. (2022). The effect of heat treatment on the corrosion resistance of power equipment parts. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, (97), 24-24.

8. Bolshakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. Shlyakhy vidstezhuvannya transformatsiy mikrostruktury materialu, yakі vidbuvayut'sya vnaslidok yoho znos [Ways of tracing the transformations of the microstructure of a material due to its wear]. *Shostyy mizhnarodnyy symposium ukrayins'kykh inzheneriv-mekhanikiv u L'vovi [Sixth International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv]*. Lviv : KINPATRI LTD, 2003, pp. 145-146. (in Ukrainian).