

МЕТОДИКА ВИПРОБУВАННЯ НА ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ

УДК 621.891

*В. І. Дворук, д-р техн. наук, проф.,
С. С. Белих, асп.*

РЕГУЛЮВАННЯ СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОГЕТЕРОФАЗНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО СПЛАВУ, ЯК ЗАСІБ КЕРУВАННЯ ЙОГО АБРАЗИВНОЮ ЗНОСОСТІЙКІСТЮ

Національний авіаційний університет

Досліджено вплив стереометричних характеристик зерен реліту при плазмовому напавленні стрічковим релітом на абразивну зносостійкість макрогетерофазного композиту. Встановлено, що в умовах мінімального та середнього розчинення зерен в розплаві матриці формування зносостійкості контролює показник їх зносостійкості.

Завдання дослідження. Одним з найпоширеніших видів зношування широкої розмаїтості механічних трибосистем є абразивне зношування. Так, наприклад, в будівельних та дорожніх машинах понад 60 % випадків зносу носить абразивний характер [1]. Це свідчить про недостатній рівень абразивної зносостійкості конструкційних матеріалів, з яких виготовляються трибоелементи цих машин. Для його підвищення широке застосування на практиці знайшли композиційні сплави на основі карбідів вольфраму–реліту. Вказані сплави отримують шляхом напавлення різними методами наплавлювальних матеріалів різних видів, серед яких чільне місце посідає плазмове напавлення стрічковим релітом.

Важливими перевагами плазмового методу напавлення, порівняно з іншими методами, є можливість напавлення практично всіх металів та сплавів, менший розмір зони термічного впливу на матеріал основи, вища стійкість вольфрамового електрода джерела нагрівання, ширший вибір режиму напавлення, можливість автоматизації процесу тощо.

До переваг стрічкового реліту, порівняно з іншими видами наплавлювальних матеріалів, слід віднести кращу змочуваність ме-

талу, нижчий температурний інтервал плавлення матриці, економніші витрати зерен реліту тощо.

Відомо [2], що абразивна зносостійкість композиційного сплаву на основі реліту отриманого методом плазмового наплавлення стрічковим релітом підлягає правилу адитивності [3], згідно якого вона визначається внеском двох структурних складових: зерен реліту та металевій матриці. Як показано у [4], роль зерен реліту у формуванні зносостійкості полягає у такому: по-перше – вони перешкоджають зануренню абразиву у матрицю, по-друге – вони слугують бар'єром на шляху переміщення абразивних частинок, що занурилися у матрицю і сприяють їх нейтралізації шляхом руйнування. Для ефективного виконання такої ролі зерна реліту повинні володіти високими міцнісними характеристиками.

Внесок матриці у формуванні зносостійкості полягає, головним чином, у забезпеченні надійного закріплення в ній зерен реліту. Для цього матриця повинна містити у собі якомога менше макродефектів.

Утворення композиційного сплаву при плазмовому наплавленні стрічковим релітом відбувається за наявності рідної фази заліза – продукту плавлення оболонки стрічкового реліту, яку виготовлено з маловуглецевої сталі. Взаємодія останньої із зернами реліту призводить до їх істотного, а іноді, навіть, повного розчинення і збагачення матриці вольфрамом та вуглецем. У результаті змінюються міцнісні характеристики зерен реліту, а також якість, хімічний склад і структура матриці, що викликає відповідну зміну абразивної зносостійкості композиційного сплаву [4; 5].

Відомо [6], що міцність зерен реліту, а також ступінь їх розчинення у розплаві матриці залежить від ряду параметрів: форми, розміру, концентрації зерен, які відносяться до стереометричних характеристик композиту.

Дана обставина породжує актуальне завдання триботехнології композиційних сплавів – регулювання стереометричних характеристик зерен реліту при плазмовому наплавленні стрічковим релітом у зв'язку зі зносостійкістю композиційного сплаву при терті по закріпленому абразиву. Вирішенню цього завдання присвячено наукову працю, що викладена нижче.

Методичне забезпечення дослідження. Міцність зерен

реліту регулювали шляхом вибору їх стереометричних характеристик: геометричної форми та розміру.

Вивчення впливу форми зерен на абразивну зносостійкість проводили із залученням об'єктів такої форми: уламкова, овальна, сферична.

Зерна уламкової форми отримували за технологією розмелювання литих зливоків реліту. Після наступного штучного затуплення гострих граней уламкових зерен у механічних овалізаторах коригували їх форму до овальної. Сферичні зерна забезпечувала технологія термовідцентрового розпилювання зливоків реліту [7].

Для оцінки впливу розміру зерен на абразивну зносостійкість використовували такі фракції: 0,45–0,63; 0,63–0,9; 0,9–1,6 мм. Певну фракцію зерен реліту виділяли шляхом просіювання.

Розчинення зерен реліту у розплаві матриці залежить від цілого ряду факторів і, перш за все, розмірів поверхні контакту тугоплавкої фази з рідким металом, а також поверхневої температури цієї фази у зварюваній ванні. Перший з цих параметрів регулювали таким самим шляхом як міцність зерен реліту (див. вище), другий – шляхом нанесення захисного нікелевого покриття товщиною $\delta = 0,1$ мм на поверхню зміцнюючої фази карбонильним методом [6].

Зерна реліту, що досліджувались піддавали випробуванням на міцність за методикою [8] та мікротвердість – на стандартному приладі ПМТ-3.

Стрічковий реліт у вигляді розплющеного дроту з наповнювачем із зерен зміцнюючої фази та шихти [5] виготовляли на волочильному стані.

Композиційні сплави у вигляді наплавки, що облицьовували валики з маловуглецевої сталі отримували методом плазмового наплавлення стрічковим релітом з використанням напівавтоматичної установки УД-417 [9].

З наплавлених валиків вирізали зразки для триботехнічних випробувань в умовах тертя по закріпленому абразиву, які проводили за методикою [10].

Знос зразків вимірювали ваговим методом на електронних терезах «Nagema» з точністю 0,001 г.

Експериментальна та аналітична частина. Результати проведеного дослідження представлено у табл. 1. Звідки видно, що для

всіх типів (за виключенням плакованого) та фракцій зерен реліту мікротвердість однакова $H_{\mu} = 270$ МПа, в той час як міцність істотно змінюється. За зменшенням цього показника форми зерен реліту розташовуються у такій послідовності: сферична, уламкова, овальна.

Таблиця 1

Механічні властивості зерен реліту і триботехнічні властивості композиційного сплаву

| Тип зерен реліту | Фракція зерен реліту, мм | Руйнівне навантаження, Н | Мікротвердість, МПа | Абразивний знос, г 10^{-2} |
|------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| Уламковий | 0,45 – 0,63 | 82 | 270 | 5,8 |
| Овальний | 0,45 – 0,63 | 75 | 270 | 6,03 |
| Плакируваний | 0,45 – 0,63 | 70 | 150 | 10,9 |
| Сферичний | 0,45 – 0,63 | 202 | 270 | 2,65 |
| Сферичний | 0,63 – 0,9 | 610 | 270 | 0,99 |
| Сферичний | 0,9 – 0,16 | 160 | 270 | 4,2 |

Найменша міцність овальних зерен реліту $P = 75$ Н обумовлена тим, що унаслідок технології виготовлення (див. вище) вони виявляються ураженими тріщинами і зберігають у собі характерні дефекти лиття: пори, раковини, ліквації тощо. На відміну від цього, технологія отримання сферичного реліту (див. вище) забезпечує мікроструктуру зерен, яка відрізняється тонкодиференційованою евтектикою, високою густиною, а також відсутністю дефектів, притаманних овальному і уламковому реліту. Наслідком цього є найбільша міцність $P = 202$ Н сферичних зерен.

Серед фракцій сферичного реліту найвищу міцність $P = 610$ МПа показала фракція 0,63–0,9 мм, а послідовність розташування фракцій за зменшенням міцності зерен була такою: 0,63–0,9; 0,45–0,63; 0,9–1,6 мм.

При плазмовому наплавленні відбувається розчинення зерен реліту у розплаві матриці, уникнути якого практично неможливо. У зв'язку з чим, його умовно можна поділити на мінімальне, середнє і повне. Оскільки композит, що утворився після повного розчинення зерен реліту не відноситься до класу макрогетерофазних, то в подальшому мова йтиме про мінімальне і середнє розчинення.

Одним з показників, що регулює розчинення зерен реліту у розплаві матриці, як це зазначено вище, є розмір поверхні контакту вказаних фаз за зменшенням якого, форми зерен реліту розташовуються у такий послідовності: уламкова, овальна, сферична, а фракції зерен реліту 0,45–0,63; 0,63–0,9; 0,9–1,6 мм.

За зменшенням величини абразивного зносу послідовність розташування форми зерен реліту така: овальна, уламкова, сферична, а фракцій зерен реліту 0,63–0,9; 0,45–0,63; 0,9–1,6 мм.

Співставленням послідовності розташування форми і фракцій зерен реліту за показниками міцності та розміру міжфазної поверхні з послідовностями за показником абразивного зносу виявлено наявність корелятивного зв'язку між послідовностями розташування за показником міцності і абразивного зносу. Це дає підстави стверджувати, що в умовах середнього розчинення зерен реліту при плазмовому наплавленні стрічковим релітом формування зносостійкості композиційного сплаву контролює показник міцності зерен реліту.

Мінімальне розчинення зерен забезпечує наявність захисного нікелевого покриття, яке сприяє зниженню поверхневої температури цієї фази у розплаві матриці. Однак карбонильний метод нанесення цього покриття супроводжується виділенням чадного газу, який концентрується у дефектах литих уламкових зерен реліту, що призводить до зниження міцності плакованих зерен, а разом з нею зносостійкості відповідного композиційного сплаву (див. табл.).

Отже, висновок щодо провідної ролі міцності зерен реліту у формуванні абразивної зносостійкості композиту в умовах середнього розчинення зерен реліту при плазмовому наплавленні в повній мірі стосується також композитів, отриманих в умовах мінімального розчинення зерен.

Висновки. В результаті виконання досліджень встановлено:

1. В умовах мінімального та середнього розчинення зерен реліту при плазмовому наплавленні стрічковим релітом формування абразивної зносостійкості композиційного сплаву контролює показник міцності зерен.

2. Міцність зерен реліту визначається технологією їх виготовлення.

3. За показниками міцності та розчинення зерен реліту у розплаві матриці оптимальною є сферична форма фракції 0,63–0,9 мм.

Список літератури

1. Зорин В.А. Основы долговечности строительных и дорожных машин / М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.
2. Шевеля В.В., Дворук В.И., Довжок В.Е., Радченко А.В. Обеспечение триботехнических свойств композиционных материалов при абразивном изнашивании // Проблемы трибології (Problems of Tribology). – 2000. – №1. – С.67 – 72.
3. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов / М.: АН СССР, 1960. – 351 с.
4. Дворук В.І., Кіндрачук М.В. Вплив легування матриці на структуру і абразивну зносостійкість макрогетерофазного композиційного сплаву // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. – К.: Вид-во НАУ "НАУ-друк" 2011. – Вип. 55. – С. 106 – 111.
5. Дворук В.І. Попередження пороутворення у макрогетерофазному композиційному сплаві, як засіб підвищення його абразивної зносостійкості // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк» 2010. – Вип. 52. – С. 185 – 191.
6. Журда А.П., Белый А.И. Новые композиционные сплавы и результаты исследования их свойств // Теоретические и технологические основы наплавки. Наплавляемый металл: сб. научн. трудов. – К.: Наукова думка, 1977. – С. 151 – 157.
7. Юзвенко Ю.А., Фрумин С.М., Пащенко М.А. и др. Сферический релит. Способ получения и свойства // Порошковая металлургия. – 1975. - № 7. – С. 14 – 15.
8. Бакуль В.Н., Богданович М.Г. Определение прочности зерен синтетических алмазов / К.: ИСМ АН УССР, 1966. – 12 с.
9. Установка УД-417 УХЛ для плазменной наплавки деталей типа вал: Информ. письмо ИЭС им. У.О.Патона АН Украины / В.Ф. Коваленко, А.И. Белый, В.И. Кобец и др. – К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 1988. – №36 (1683).
10. Дворук В.І. Реолого-кінетична концепція абразивної зносостійкості та її реалізація в керуванні працездатності механічних трибосистем: Автореф. дисертації доктора техн. наук / - К.: НАУ, 2007. – 40 с.

Дворук В. И., Белых С.С. Регулирование стереометрических характеристик макрогетерофазного композиционного сплава как способ управления его абразивной износостойкостью // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. – К.: НАУ, 2011. – Вип. 56. – С.252–258.

Исследовано влияние стереометрических характеристик зерен релита при плазменной наплавке ленточным релитом на абразивную износостойкость макрогетерофазного композита. Установлено, что в условиях минималь-

ного и среднего растворения зерен в расплаве матрицы формирование износостойкости контролирует показатель их прочности.

Табл.: 1, список лит.: 10 наим.

Dvoruck V.I., Belykh S.S. Adjusting of stereometry natures of mak-rogeterophase of composition alloy as meah of control his of abrasion wearproofness.

Influence of stereometry natures of plasma hard-fasing tape relite on abrasioe wearproofness of macrogeterophase of composite. It is set that in the conditions of minimum and mean dissolution of grains in fusion of matrix forming wear-proofness control the index of their durability.

Стаття надійшла до редакції 14.10.2011