

УДК 621.891.2

М.А. Гловин, аспірант; І.В. Костецький, аспірант
(Державний університет «Київський авіаційний інститут»)

ВПЛИВ ВІДПАЛУ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕВТЕКТИЧНОГО ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ПОКРИТТЯ

М.А. Hlovyn, postgraduate student, I.V. Kostetsky, postgraduate student

INFLUENCE OF ANNEALING ON THE TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF EUTECTIC ELECTRIC SPARK COATING

Сучасний підхід до створення нових матеріалів акцентує увагу на використанні метастабільних станів, які формуються під час нерівноважної кристалізації металевих сплавів у процесі нанесення покриттів фізичними методами. Ці технології базуються на застосуванні концентрованих джерел енергії з високою щільністю потужності, таких як лазерне випромінювання, плазмові потоки, детонаційно-газові технології, електроіскрове легування та вибухове напилення.

Короткочасна високоенергетична дія сприяє формуванню в покритті нерівноважних фаз і структур, які недосяжні за стандартних умов. Такі стани надають покриттям характерних властивостей, обумовлених з'єднанням нерівноважних структур і фаз. Додатково з'являється можливість регулювати ці властивості, переводячи покриття в більш рівноважний термодинамічний стан.

Для виконання такого завдання були виготовлені електроіскрові покриття із евтектичного сплаву (див. табл. 1), нанесеного на підкладку із сталі 12X18H10T.

Таблиця 1. Хімічний склад евтектичного сплаву в масових частках

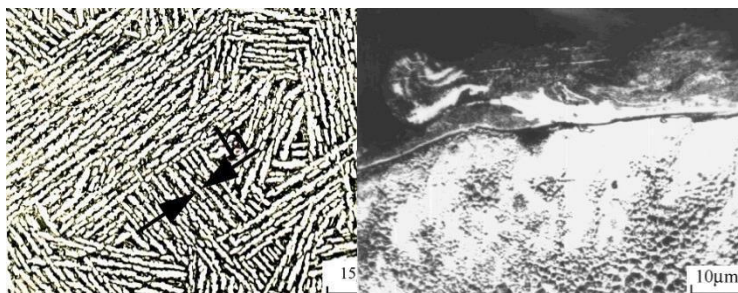
C	B	Cr	Ni	V	Ni	Al	Cu	Mn	Fe
2,8	1,0	1,0	6,0	8,0	4,2	4,1	19,0	5,0	48,9

В сталі присутні метали Ti і Cr, активні до інтенсивного окислення в умовах високих температур, тому електроіскрове легування проводилось в середовищі захисного газу – аргону. Відпал проводився у вакуумній печі СШВЛ за тиску залишкової атмосфери 5 мм. рт. ст. і температурі 900 °С (0,75Тпл) протягом 15 і 45 хв. Зразки охолоджувалися разом із піччю.

Випробування на тертя і зношування проводилися на установці М22-П за наступних умов: схема спряження: вал – частковий вкладиш; матеріал контртіла – сталь 45 (HRC 45); тертя – без мащення; швидкість ковзання – 0,5 м/с; питомі навантаження – 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 МПа; площа зразка – 1 см²; шлях тертя – 1000 м.

Мікроструктура початкового електроіскрового евтектичного покриття (рис. 1, б) представлена сумішшю ультрадисперсних кристалів бориду титану та хрому, рівномірно розподілених у металевій матриці, що за хімічним складом відповідає нержавіючій сталі 12X18H9. Білі зони в структурі покривають ділянками, що не піддаються травленню в реактиві, а також областями конгломератів фази, які не зазнали розпаду. Темніші зони належать до ділянок, що частково протравлені й перебувають у більш рівноважному стані. Така мікроструктура принципово відрізняється від структури матеріалу в литому стані (рис.

1, а), після закінчення часу електроіскрового напилення відбувається перехід до іншого механізму евтектичної кристалізації з утворенням структури фази тонкодисперсного конгломерату. Така структура змінює механізм зміцнення в порівнянні з литим станом. При низьких швидкостях охолодження, характерних для рівноважної кристалізації каркасу розплаву, формується розгалуження із боридів, які беруть на себе основне навантаження під час тертя, тоді як сталева матриця забезпечує передачу та рівномірний розподіл напруження між окремими гілками каркасу.



а б

Рисунок 1. Структура досліджуваного евтектичного сплаву в литому стані (а) і напиленого у вигляді електроіскрового покриття (б)

Високотемпературний відпал вихідного покриття спричиняє частковий розпад пересиченої металевої матриці, зниження мікротвердості та коагуляцію ультрадисперсних кристалів боридів. Зі збільшенням тривалості відпалу зростає ступінь розпаду твердого розчину на основі заліза та інтенсивність коагуляції боридних кристалів, що призводить до зміни мікромеханічних властивостей структурних компонентів покриття.

За результатами дослідження хімічного складу плівок, що існують під час тертя, виявлено такі закономірності. Основу окисних плівок, як у вихідному, так і у відпаленому покритті, становлять сполуки заліза з киснем, іноді леговані хромом і нікелем у концентраціях (в атомних частках, %) від 18,6 до 1,8 і від 4,9 до 0,17 відповідно. Хімічний склад цих сполук відповідає формулам Fe_2O_4 і Fe_2O_3 . Інші метали, наявні в покритті, хоча і мають вищу активність в порівнянні із залізом, але самостійно окремих оксидів не утворюють. Збільшення часу відпалу знижує корозійну стійкість вихідного покриття, що, у свою чергу, призводить до зростання кількості окисних плівок.

Висновок. Внаслідок відпалу відбуваються взаємозалежні процеси, які впливають на їхні властивості в різних напрямках. З одного боку, збільшується кількість окисних плівок, які забезпечують функцію твердого мастильного шару, а також збільшується пластичність покриття, що зменшує ризик утомного руйнування та викришування, сприяючи зменшенню зношування. З іншого боку, знижується твердість і міцність металевої матриці, яка виконує несучу функцію, що може підвищити зношування покриття, особливо за значних навантажень.

Література

1. Пат. 102244 України. Зносостійкий евтектичний сплав на основі заліза / Кіндрачук
2. М. В., Лабунець В. Ф., Денисенко М. І., Загребельний В. В., Гуменюк І. А., Нечепорук
3. В.В., Добрянський С.С.; № и 2015 03259; заявл. 07.04.2015; опубл. 26.10.2015, Бюл. № 20. 2. В. С.Панарін, І. А. Гуменюк, М. В. Кіндрачук, О. В. Тісов. Дослідження триботехнічних характеристик електроіскрових покриттів з евтектичного сплаву на сталі 12Х18Н10Т. Проблеми трибології. – 2017. – №4 – С. 6–11.
4. І. А. Гуменюк, В. В. Харченко, М. А. Гловин, І. В. Костецький. Вплив термічної обробки на триботехнічні властивості евтектичного електроіскрового покриття. Проблеми тертя та зношування. - 2023.- №2 (99). С. 140 -145. [http://dx.doi.org/10.18372/0370-2197.2\(99\).17629](http://dx.doi.org/10.18372/0370-2197.2(99).17629)