

## ВІНТОНЯК С.Ю.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РІЖУЧИХ КРОМОК  
КОМБІНОВАНОЮ ОБРОБКОЮE-mail: [privet\\_tm@ukr.net](mailto:privet_tm@ukr.net)

**АНОТАЦІЯ.** Вивчено зносостійкість робочих поверхонь ріжучих елементів, відновлених методом комбінованої обробки, що включає попереднє хіміко-термічне насичення наплавлювального матеріалу в порошкових сумішах та наступне електроконтактне наплавлення отриманого матеріалу на раціональних режимах.

Досліджено вплив розподілу структурних складових у наплавленому поверхневому шарі на величину та тривалість зношування відновленої поверхні комбінованим методом.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** бориди, зносостійкість, наплавні матеріали, порошкові суміші, хіміко-термічне оброблення

Для відновлення і зміцнення швидкозношуваних ріжучих елементів, що працюють в умовах інтенсивного зносу, широке застосування знаходять електроконтактні способи нанесення покриттів [1]. Однак технологічні можливості таких методів обробки обмежені низкою недоліків, пов'язаних з низькою міцністю зчеплення при електроконтактному напавленні порошкових і спечених стрічок, а також з низькою зносостійкістю суцільних електродних стрічок і дротів [2]. У зв'язку з цим доцільно застосування технологій комбінованої обробки поверхні, що включає попередню хіміко-термічну обробку наплавочного матеріалу, що сприяє отриманню необхідних функціональних властивостей в наплавленому робочому шарі електроконтактним методом. Абразивна зносостійкість відновленої поверхні обумовлюється структурою наплавленого матеріалу, що містить дифузійні шари, отриманих попередньою хіміко-термічною обробкою електродної стрічки, а також глибиною дифузійних шарів [3-4]. Комплексний аналіз

впливу зазначених характеристик дозволить повною мірою оцінити якість відновленої поверхні, а також відповідність її функціональних властивостей, що надаються до деталей і вузлів машин, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування [5].

Попередній хіміко-термічній обробці в порошкових сумішах піддавали стрічку товщиною 0,5 мм із сталі 45. Хіміко-термічне насичення проводили на різну глибину протягом 5 годин при температурі 1000 ° С в порошкових сумішах з різним вмістом компонентів (табл. 1). Компонування порошкових сумішей обране таким чином, щоб було можливо вивчити вплив основних складових компонентів  $B_4C$ , FeMn,  $Na_3AlF_6$ , постачальників B, Mn, і Al, відповідно, на структуру дифузійного шару в наплавні матеріали, його глибину і зносостійкість наплавленого шару.

Отримані наплавні матеріали подавали до відновлюваної деталі електроконтактним методом таким чином, щоб в контакт з поверх-

**Таблиця 1** – Склад порошкових сумішей і глибина дифузійного шару в наплавні матеріали після хіміко-термічної обробки

| № п/п | Склад порошкової суміші, % |             |           |      | Глибина дифузійного шару, мкм |
|-------|----------------------------|-------------|-----------|------|-------------------------------|
|       | $B_4C$                     | $Na_3AlF_6$ | $Al_2O_3$ | FeMn |                               |
| 1     | 50                         | 2           | 48        | -    | 275                           |
| 2     | 46                         | 6           | 48        | -    | 295                           |
| 3     | 42                         | 10          | 48        | -    | 305                           |
| 4     | 25                         | 2           | 48        | 25   | 325                           |
| 5     | 23                         | 6           | 48        | 23   | 305                           |
| 6     | 21                         | 10          | 48        | 21   | 283                           |

нею виробу перебувала сторона, яка не пройшла попередню хіміко-термічну обробку. Електроконтактну наплавку підготовленого наплавного матеріалу проводили на наступних режимах: тиск –  $P = 2,0$  кН; зварювальний струм –  $I_{\text{св}} = 6,5 \dots 7,5$  кА; тривалість імпульсів струму –  $t_{\text{св}} = 0,06$  с. Мікроструктуру наплавленого матеріалу і глибину дифузійних шарів досліджували із застосуванням мікроскопа МІМ-8М, використовували хімічне і теплове травлення мікрошліфів. Мікротвердість визначали за допомогою приладу ПМТ-3, зносостійкість вивчали за методикою роботи [6-7]. Досліджували вплив двох типів насичуючих сумішей, наведених в табл. 1. До першого типу відносяться суміші 1, 2, 3, що містять різну кількість  $V_4C$ ,  $Na_3AlF_6$  і мають однакову кількість нейтральної складової  $Al_2O_3$ . До другого типу відносяться суміші 4, 5, 6, що містять крім  $V_4C$ ,  $Na_3AlF_6$  додатково  $FeMn$  і мають також однакову кількість нейтральної складової  $Al_2O_3$ .

Мікроструктура наплавленого матеріалу, що пройшов попередню обробку в сумішах 1-3, складається з двох типів боридів ( $Fe_2V$  і  $FeV$ ) і карбідів, які спостерігаються на границі з основним металом після теплового травлення. Результати теплового травлення свідчать про наявність  $Fe_2V$  по всій глибині дифузійного шару в наплавленому матеріалі, а біля поверхні спостерігаються бориди  $FeV$ . Мікротвердість боридів  $FeV$ , становить  $H100 - 16300$  МПа, що вище мікротвердості боридів  $Fe_2V$   $H100 - 15300$  МПа. Різниця типів боридів в структурі наплавленого матеріалу спостерігається також після хімічного травлення мікрошліфів, коли бориди  $FeV$  труються сильніше, ніж бориди  $Fe_2V$ . Зазначені типи боридів утворюються в наплавні матеріали в процесі попередньої хіміко-термічної обробки

наступним чином. Спочатку при насиченні  $V$  при достатній кількості  $Fe$  утворюються бориди  $Fe_2V$ . Дифузія атомів заліза назустріч дифузії атомів  $V$  ускладнюється у міру збільшення глибини шару. У якийсь момент на поверхні контакту боридного шару з сумішшю недостатньо атомів заліза для утворення  $Fe_2V$  і тоді утворюються бориди  $FeV$ . Різний вміст бору в боридах впливає на їх окиснення при тепловому травленні. Бориди  $Fe_2V$  містять менше  $V$ , ніж бориди  $FeV$ , а тому вони окислюються сильніше. Аналіз результатів дослідження зносостійкості поверхні відновлених деталей (рис. 1) свідчить найменшій зносостійкості наплавленого матеріалу, що пройшов попередню тільки хіміко-термічну обробку в порошковій суміші складу 1.

Це пояснюється тим, що дифузійний шар в цьому випадку має найменшу глибину  $275$  мкм, так як його формування з умовлене мінімальним вмістом активатора (криоліту) в цій групі сумішей (2%). При насиченні в сумішах 2 і 3, що містять 6% і 10% криоліту, глибина дифузійного шару в наплавленому матеріалі становить  $295$  мкм і  $305$  мкм, відповідно. Згідно рис.1 збільшення глибини дифузійного шару в наплавленому матеріалі сприяло підвищенню зносостійкості виробу, причому в більшій мірі при зростанні товщини дифузійного шару від  $275$  мкм до  $305$  мкм. Мікроструктура дифузійних шарів наплавленого матеріалу після попереднього насичення в сумішах 4 – 6 характеризується наявністю боридів  $FeV$  і  $Fe_2V$ , карбідів, а також великою площею «прожилок» твердого розчину, розташованих між боридами.

Глибина дифузійних шарів знижується зі збільшенням вмісту в порошкових сумішах криоліту (див. табл. 1). Зносостійкість відновлених

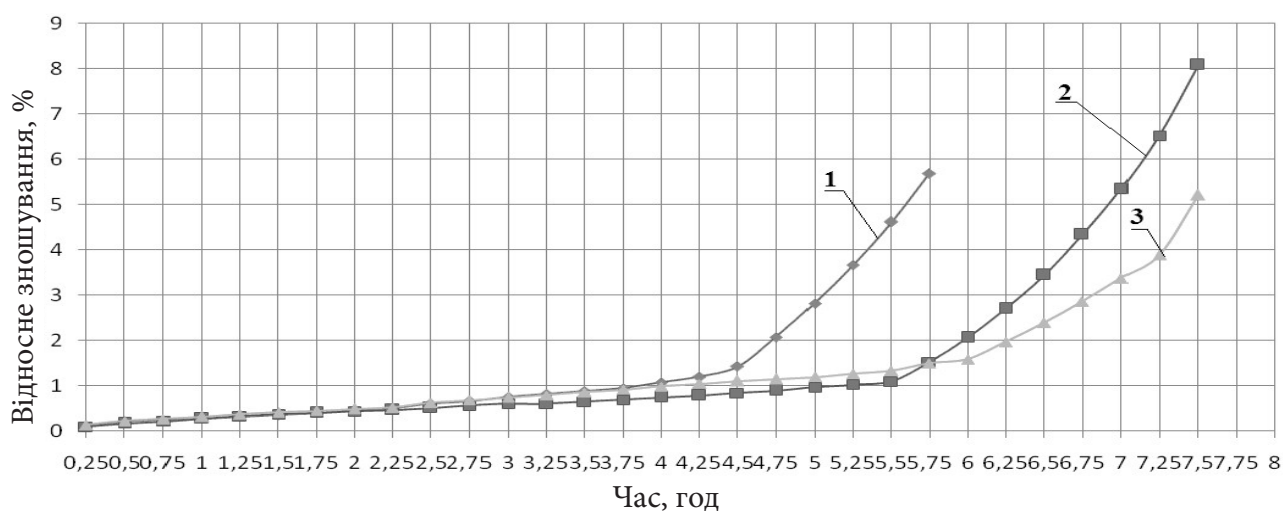


Рис. 1. Вплив складу насичуваних сумішей складів 1 - 3 (табл. 1) для попередньої хіміко-термічної обробки наплавного матеріалу на величину та тривалість зносу відновленої поверхні комбінованим методом

поверхонь з використанням комбінованого методу є такою ж високою, як і в випадку дослідження зносостійкості наплавленого матеріалу, що пройшов попередню хіміко-термічну обробку в сумішах 2 і 3, що містять в два рази більшу кількість  $V_4C$ .

Отже, включення до складу порошкової суміші FeMn в процесі попередньої хіміко-термічної обробки наплавленого матеріалу сприяє підвищенню зносостійкості робочих поверхонь, відновлених методом комбінованої обробки, що обумовлено не тільки наявністю боридів FeB і  $Fe_2B$ , а також і наклепом твердого розчину, що містить FeMn.

Встановлено, що зменшення товщини дифузійного шару менш 295 мкм, обумовлене при ідентичних технологічних параметрах попередньо хіміко-термічної обробки наплавленого матеріалу відмінністю в складі насичує суміші, призводить до зниження зносостійкості наплавленої поверхні. Показано, що значного підвищення зносостійкості поверхні комбінованої обробкою сприяє наявність в складі порошкової суміші для попереднього хіміко-термічного насичення наплавленого матеріалу FeMn, що обумовлює утворення в дифузійному шарі твердого розчину і подальший його наклеп в процесі електроконтактного наплавлення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ляшенко Б.А. Рекомендації по реконструкції технологічного парку України для нанесення зміцнюючих захисних покриттів / Б.А. Ляшенко, В.А. Ілюшин, С.А. Клименко // Інструментальний світ. – 2007. – №3. – С. 12-15.
2. Сабіров О.М. Дослідження властивостей наплавленого антифрикційного сплаву / О.М. Сабіров, Г.Г. Онищенко, А.А. Слободяник // Праці Одеського політехнічного університету. – 2003. – Вип. 1 (19). – С. 8-11.
3. Євграфов В.А. Вплив твердості поверхневого шару на абразивний знос робочих органів ґрунтообробних машин / В.А. Євграфов, Б.Н. Орлов // Ремонт, відновлення, модернізація. – 2004. – №3. – С. 21-22.
4. Бережна О.В. Дослідження впливу комбінованої термомеханічної обробки на фізико-механічні характеристики покриття / Є.В. Бережна, А.В. Лапченко, М.А. Турчанинов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, ДДМА. – №38. – 2016. – С. 125- 131.
5. Борисенко Г.В. Хіміко-термічна обробка металів і сплавів: довідник / Г.В. Борисенко, А.А. Васильєв, Л.Г. Ворошнін. – М.: Металургія, 1981. – 424 с.
6. Кузнецов В.Д. Підвищення зносостійкості деталей, відновлених електроконтактною наплавленням / В.Д. Кузнецов, Е.В. Бережна, А.В. Лапченко // Проблеми тертого та зношування. – 2016. – №3 (72). – С.34-40.
7. Бережна О.В. Машина тертя для випробування на зносостійкість металу наплавлення / Є.В. Бережна, Ю.А. Чепель // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, ДДМА. – №31, 2012. – С. 112-117.

## INCREASE IN THE DURABILITY OF CUTTING EDGES WITH COMBINED TREATMENT

**SUMMARY:** The article investigates slighting strength of operating surface cutting tips, reconstructed through the combined process with preliminary thermochemical carbonation. Within this background, it includes hard facing materials in the powder mixtured form with subsequent electro-contract deposit welding of material obtained on the basis of rational regime. Also, special attention is drawn to the impact of constituents compartition in diffusion beading weld on rate and period of wear of refinishing surface obtained in the course of combined method.

**KEYWORDS:** *Wear-resistant, chemical-thermal treatment, powder mixtures, surfacing materials, borides*