

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ  
та програма

V Всеукраїнської міжвузівської  
науково-технічної конференції  
(м. Суми, 17–20 квітня 2018 р.)



Суми  
Сумський державний університет  
2018

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДИФУЗІЙНИХ БОРИДНИХ ПОКРИТТІВ НА ІСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЯХ

*Охріменко В. О., магістрант, гр. МТм-71, СумДУ, м. Суми*

В наш час підвищують зносостійкість деталей машин нанесенням покриттів на матеріали. Серед покриттів, які наносять методом хіміко-термічної обробки найкраще себе зарекомендували боридні покриття. Борирування – це один із найперспективніших методів обробки поверхні металів та сплавів, який дозволяє отримати високу зносостійкість, твердість та корозійну стійкість поверхневого шару. Через високу твердість боридного шару, він має низьку пластичність, яка затрудняє застосування борирування для зміцнення поверхні виробів, що працюють в умовах знакозмінних навантажень, а також зазнають в процесі роботи механічні або термічні удари.

Один із найефективніших методів покращення пластичності боридних покриттів є їх легування. При цьому змінюються як структура, так і властивості отриманого шару.

Метою роботи є вдосконалення борирування як методу хіміко-термічної обробки шляхом отримання комплексних боридних покриттів; дослідження особливостей структуроутворення дифузійних шарів на інструментальних сталях; встановлення впливу хімічного складу карбюризатору для борирування на структуру, утворення дифузійних шарів та їх властивості.

Для проведення випробувань були обрані інструментальні сталі У8, ХВГ та 5ХНМ. Борирування проводили в герметичних контейнерах при температурі 900–950 °С, впродовж 4 годин. Мікроструктурний аналіз проводили на мікроскопі МІМ-7 в інтервалі збільшення 50–500 разів, дюрOMETричні дослідження – на приборі ПМТ-3 при навантаженні 0,49–0,98 Н та дослідження абразивної зносостійкості – на машині СМТ-1.

Для покращення пластичності боридних покриттів пропонується додавати в карбюризатор мідний порошок. Дослідження показали, що при цьому збільшується товщина дифузійного шару, покриття щільне з вираженою голчатою структурою дифузійного шару порівняно з класичним борируванням. Зменшується характерна для боридних покриттів закрита пористість. Можливо саме мідь сприяє зменшенню пор. Недоліком покриття легованого міддю є зменшення твердості дифузійного шару.

Для підвищення твердості та зносостійкості покриття пропонується мікролегування карбюризатора ванадієм. Після борованадіювання товщина дифузійних шарів знижуються майже у два рази порівняно із класичною технологією. Покриття щільні володіють меншою пористістю. Спостерігається чітка голчата структура боридного покриття, голки боридів нормально орієнтовані до поверхні зразку. ДюрOMETричні дослідження

показали, що отримані шари після класичної технології насичення мають мікротвердість близько 20 ГПа, після бороміднення – ~ 10,9 ГПа для сталі У8; ~ 15 ГПа для ХВГ та ~ 14 ГПа для 5ХНМ, що дещо нижче твердості борированого шару при класичній технології насичення (мікротвердість ~ 20 ГПа). Після борованадіювання покриття мають дещо більшу мікротвердість, ніж після бороміднення приблизно ~ 13,5 ГПа для сталі У8; ~ 16 ГПа для ХВГ та ~ 15 ГПа для 5ХНМ.

Відносна зносостійкість боридних покриттів знаходиться у діапазоні від 2,58 до 2,9. Так, відносна зносостійкість бор-мідних покриттів  $K_{Cu} = 5,46$ ;  $K_{Cu} = 5,96$ ;  $K_{Cu} = 5,75$  на сталі У8, ХВГ та 5ХНМ відповідно, а відносна зносостійкість борванадієвих покриттів  $K_v = 4,21$ ;  $K_v = 4,81$ ;  $K_v = 4,60$  на сталях У8, ХВГ та 5ХНМ відповідно.

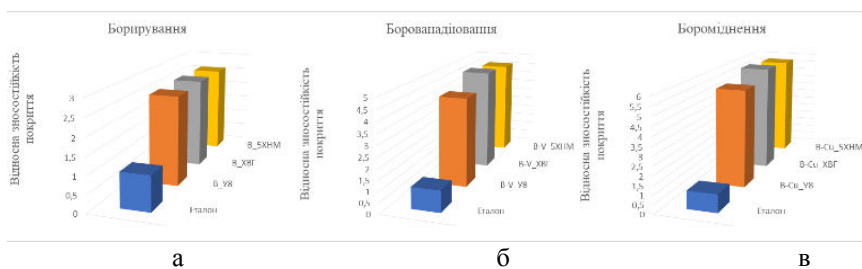


Рисунок 1 – Відносна зносостійкість комплексних боридних покриттів: а – після борирування; б – після бороміднення; в – після борованадіювання; (на сталях У8, ХВГ та 5ХНМ; за еталон взята сталь 45 (відпалена))

Отже, борирування – один із перспективних методів підвищення зносостійкості покриттів. Головним його недоліком є підвищена крихкість, тому одним із методів підвищення пластичності боридних покриттів є створення на поверхні комплексних боридних покриттів (боридних, борванадієвомідних тощо). В роботі показано що покриття В-В характеризуються високою твердістю, а отже і зносостійкістю покриттів. Мідь також сприяє дифузії бору вглиб сталі, що забезпечує формування щільних та рівномірних за товщиною покриттів, а також дещо зменшує твердість та крихкість покриття, роблячи його більш пластичним.

*Робота виконана під керівництвом доцента Гапонової О. П.*