

В.Я. Лобурак

Підвищення зносостійкості композиційних електролітичних покриттів (КЕП) методом хіміко–термічної обробки (ХТО)

*Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57,
Івано-Франківськ, 76000, Україна, e-mail: vloburak2@mail.ru*

Проведено дослідження впливу дифузійного хромування композиційних електролітичних покриттів на їх зносостійкість.

Ключові слова: композиційні покриття, дифузійне хромування, зношування.

Стаття поступила до редакції 15.06.2012; прийнята до друку 15.09.2012.

Вступ

В процесі тертя зношуванню деталей піддаються саме поверхні шари, що унеможливує їх подальшу експлуатацію, хоча сама деталь не втратила міцності і могла би забезпечити надійну роботу будь-якої конструкції, механізму чи агрегату. Тому першочерговим завданням є зміцнення шарів поверхонь тертя. В залежності від виду і умов тертя поверхню деталі зміцнюють різними методами – від поверхневого гартування, нанесенням зміцнюючих покриттів до електрофізичних методів. Широкого застосування набув метод нанесення композитних електролітичних покриттів, що дає можливість формувати покриття як із чистих компонент, так із домішками порошків неметалічних матеріалів (карбіди, силіциди, бориди, оксиди та ін.) Слід зауважити, що такі покриття, нанесені осадженням на робочу поверхню деталі, мають недостатню адгезію та суттєву пористість, що спонукає до додаткових технологічних операцій з метою усунення цих недоліків. Це оплавлення, обробка лазером, дифузійне насичення та інше. Як показують дослідження [1], різні методи обробки нанесених покриттів є ефективними в кожному конкретному випадку в залежності від природи та структури покриття.

І. Задача дослідження та обговорення їх результатів

Метою даної роботи є дослідження впливу дифузійного насичення на зносостійкість композитного електролітичного покриття (КЕП) на основі нікелю, нанесеного на сталь Х18Н10Т.

Дослідженню піддавались КЕП Ni – Mo, Ni-B₄C та Ni-TiC після дифузійного насичення хромом в порошкових сумішах. Цим самим переслідувалась мета підвищити зносостійкість поверхневих шарів покриття, густину КЕП та адгезію його на сталі Х18Н10Т.

Дифузійне хромування проводилось при температурі 1100⁰С з різним часом витримки, а випробування на тертя здійснювалось на машині СМЦ-2 при різних навантаженнях, швидкостях і часі випробувань.

На рис. 1 приведена мікроструктура осадженого

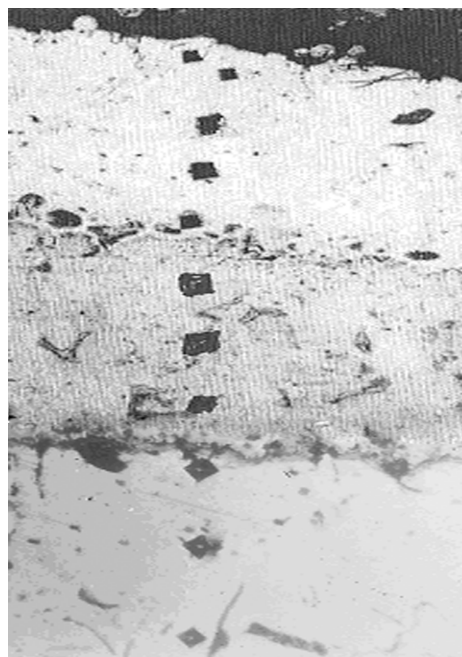


Рис. 1. Дифузійно хромо-ваний КЕП Ni-Mo на сталі Х18Н10Т х300.

КЕП Ni-Mo на сталі X18H10T після дифузійного хромування при температурі 1100°C на протязі трьох годин.

Мікротвердість хромованої зони підвищилась взагалі несуттєво. І лише у приповерхневій зоні дещо вища, що слід пов'язати з пружно деформованим станом поверхні зразка і відповідно підвищенням енергії деформації кристалічної ґратки. На границі покриття – сталь сформувалась достатньо широка дифузійна зона, яка характеризується високою концентрацією нікелю, молібдену, а також заліза (рис. 2).

Якщо незначний вміст атомів заліза з постійною концентрацією по всій глибині нанесеного покриття пояснюється забруд-

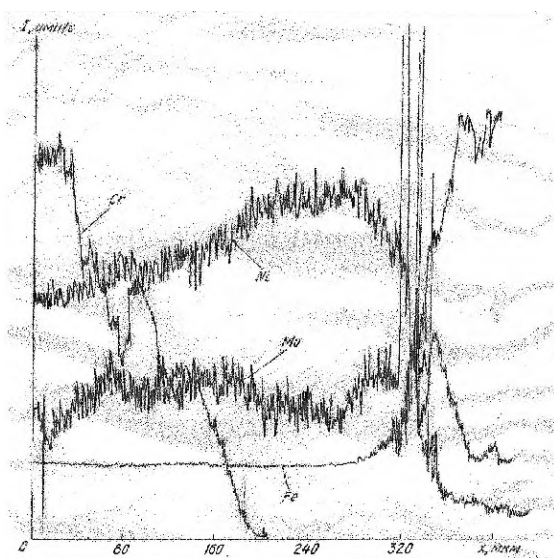
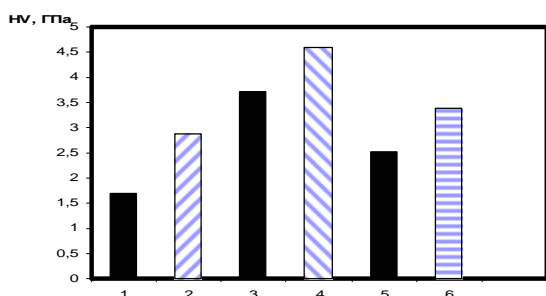


Рис. 2. Розподіл елементів по товщині покриття після дифузійного хромування.



	До хромування	
	Ni-Mo	
	Ni-TiC	
	Ni B ₄ C	

Рис. 3. Твердість по Віккерсу дифузійно хромованих КЕП.

ненням залізом електролітичної ванни, то різке підвищення його концентрації в дифузійній зоні є результатом зустрічної дифузії атомів заліза із сталі. Формування такої зони анулює різку границю розподілу і забезпечує високу адгезію покриття з основою, що є позитивним результатом, особливо при незначних товщинах нанесеного покриття.

На рис. 3 дана порівняльна характеристика мікротвердості різного складу КЕП до і після їх дифузійного хромування.

З діаграми видно, що в усіх випадках дифузійне хромування підвищує мікротвердість в порівнянні до значень вихідної структури. Найвищою мікротвердістю в цьому ряду показав КЕП Ni-TiC як до, так і після хромування, що пояснюється більш рівномірним розподілом частинок TiC по об'єму покриття за рахунок їх високої дисперсності. Дещо нижчі показники мікротвердості відповідають КЕП Ni-B₄C і найменші значення мікротвердості характеризують КЕП Ni-Mo, що пов'язано з відсутністю в ньому карбідної фази, а після дифузійного хромування структура являє собою твердий розчин компонент хрому, нікелю та молібдену. На рис. 4 подані результати випробувань на зносостійкість КЕП на основі нікелю після дифузійного хромування.

Характерним є те, що найвищій зносостійкості відповідає покриття не з найвищою мікротвердістю (Ni-TiC), а покриття Ni-B₄C. І це підтверджує результати досліджень [2],

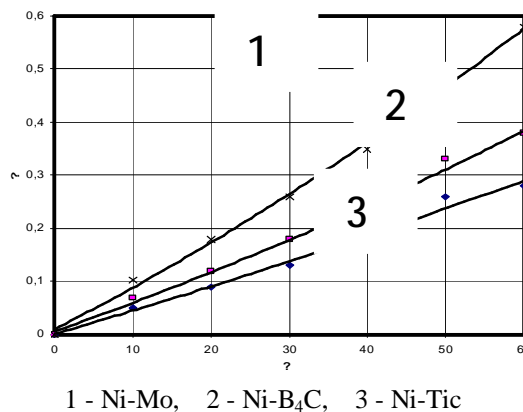


Рис. 4. Залежність величини зношення дифузійно хромованих КЕП на сталі X18H10T від шляху тертя при навантаженні $P = 15 \text{ Н/мм}$.

в яких автор показав, що підвищення твердості матеріалу не є запорукою підвищення його зносостійкості. Тут, очевидно спрацьовують різні механізми зношування, хоча всі вони пов'язані з енергетичними затратами на рівні кристалічної будови речовини. Частина енергії набуває характеру дисипативності, а частина концентрується в мікрооб'ємах речовини і спричиняє дислокації, що приводить до напруженого стану в окремих зонах. Вихід дислокації на поверхню окрихчує її, що приводить до сколювання на рівні моношару, а відповідно підвищує зношування (стирання).

В роботі [3] досліджено структурно-енергетичну модель зношування – зносостійкість покриттів при однакових умовах та виді зношування залежить не лише від твердості матеріалу, але й від структури покриття. Тільки для покриттів одного типу структури спостерігається кореляція між величиною зносу і твердістю покриттів. Градієнт зносостійкості за твердістю при однаковому виді зношування різний для різних матеріалів покриття. Збільшення твердості покриття можна домогтися формуванням у покритті твердих фаз (карбіди, бориди, оксиди), але для суттєвого збільшення зносостійкості ці фази повинні бути надійно закріплені в металевій основі покриття.

Така інтерпретація підтверджується роботою [4], в якій розглядається зв'язок зношування з напруженим станом речовини. Якщо вважати, що величина деформації пропорційна величині вектора Бюргерса, то пружну енергію на одиницю довжини дислокації можна записати у вигляді :

$$dE = \left(\frac{1}{2} \mu \gamma^2\right) 2 \pi r dr,$$

де μ – постійна напруженого стану матеріалу; γ – напруга в середині дислокації; r – товщина напруженого стану.

Поскільки дислокації, концентруючись у поверхневих мікрошарах, окрих-чують саме тільки мікрошар поверхні тертя, то достатньо оцінити лише напругу по площині:

$$\delta = \frac{\mu \epsilon}{2p(1-n)} \times \frac{x_1(x_1^2 - x_2^2)}{x_1^2 + x_2^2},$$

де ϵ – відносне зміщення дислокації на віддаль x_2 , тобто – величина вектора Бюргерса; x_1 – точка зародження дислокації; γ – частота коливання атомів.

Підставляючи в це рівняння значення $x_2=0$ і вектор Бюргерса, рівний β , залишено:

$$\delta = \frac{\mu \epsilon}{2p(1-n)x_1}; \text{ Звідси } E = \frac{\mu \epsilon}{2p(1-n)} \ln \frac{x_2}{x_1};$$

що і визначає пружну енергію в крайовій дислокації. Однак, слід зазначити, що розрахувати таку енергію є вкрай складно, бо відсутні значення постійних величин, для різних матеріалів, отже, таке описання являється суцільно теоретичним викладом.

Висновки

Підвищення зносостійкості композиційних електролітичних покриттів на основі нікелю методом хіміко-термічної обробки є ефективним технологічним прийомом, бо сприяє одночасно ущільненню покриття та підвищенню адгезії з матрицею.

Твердість покриття і його зносостійкість не утворюють пропорційної залежності, а залежать від структури матеріалу та механізму його зношування, який базується на енергетичних затратах формування дислокацій з виходом їх на поверхню, що приводить до сколювання поверхневих мікрошарів, тобто до зношування деталі.

Лобурак В.Я. – інженер.

- [1] Dies K. Archiv fur olas Eisenhutte nwesen 16, 399 (1943).
- [2] I.I. Berkovich, D.G. Gromakovskij. Tribologija. Fizicheskie osnovy, mehanika i tehnicieskie prilozhenija (Samara: Gosuniversitet, 2000).
- [3] O.V. Mannapova, O.D. Sokolov. Problemi tertja ta znoshuvannja: nauk.-tehn.zb.-K.:NAU 5, 182 (2011).
- [4] V.Ja. Loburak, I.J. Perkatjuk. Physics and Chemistry of Solid State 12(4), 1042 (2011). V.Ya. Loburak

В.Я. Лобурак

Increase Wear Resistance of Composite Electrolytic Coatings by Chemical And Thermal Treatment

Precarpathian National University, Shevchenko, 57 St., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

Conducted research influence of chrome dif-fusion of composite electrolytic coatings on their wear resistance.