

**Лобурак В.Я.,
Лук'янюк М.В.**

Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСАДЖЕНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ 12X18H10T МЕТОДОМ ТЕРМОДИFUЗІЙНОЇ ОБРОБКИ

Вступ

Сталь 12X18H10T володіє рядом переваг перед залізовуглецевими сталями, такими як висока корозійна стійкість, пластичність, технологічність, але не може бути ефективно застосована у вузлах тертя та експлуатації її в умовах підвищених температур, тобто не є достатньо жаростійкою.

Для підвищення, наприклад, зносостійкості вуглецевих сталей застосовують газове чи плазмове напилення твердим сплавом та порошками. А з метою підвищення корозійної та жаростійкості наносять покриття із корозійно та жаростійких матеріалів гальванічним чи дифузійним способом, або осадженням їх парів на виріб у вакуумі. Заслугує на увагу метод осадження на поверхню деталі композиційних електролітичних покриттів (КЕП), бо цим методом досягається одночасно підвищення жаро- і зносостійкості покриття.

Однак, усі осадженні покриття мають недолік – недостатнє зчеплення з поверхнею виробу і це є особливо відчутним при нанесенні таких осадів на поверхню нержавіючої сталі 12X18H10T. Отже, є потреба в розробці ефективних схем зміцнення захисних покриттів та дослідження їх структури, яка формується при додатковій їх хіміко-термічній обробці з метою підвищення міцності зчеплення з поверхнею виробу, а також їх ущільнення та покращення властивостей.

Постановка задачі дослідження та проведення експериментів

Ставилась задача дослідити структуру покриттів, осаджених на поверхні сталі 12X18H10T та підсилення їх контакту з поверхнею в результаті дифузійного відпалу, з одночасним насиченням їх різними елементами методом хіміко-термічної обробки з порошкових сумішей, які служили одночасно захисним середовищем від високотемпературного окислення.

Для цього наносились покриття методом газополум'яного чи плазмового напилення, а також хімічним і електрохімічним способом, як чистими елементами так і композитами. Осадження проводилось в широкому діапазоні температурних і часових значень без підігріву та з підігрівом підложки, тобто – зразків. Дослідженню піддавались нанесені покриття у вихідному стані і після термічної та хіміко-термічної обробки. З метою порівняння, нанесення таких покриттів та їх термообробка проводилась і на залізовуглецевих сталях.

Хіміко-термічна обробка здійснювалась із стандартних порошкових сумішей. Хімічне та електрохімічне осадження проводилось з класичної ванни нікелювання та хромування. Для осадження композиційних покриттів (КЕП) використовувались порошки оксидів карбідів, як твердих зносостійких фаз, а також чистих металів (Ni, Mo, Cu) з метою подальшого їх дифузійного легування різними компонентами.

Жаростійкість покриттів досліджувалась на циліндричних зразках діаметром 10 мм і висотою 15 мм. Окислення проводилось у фарфорових, попередньо відпалених до постійної маси, тиглях у повітряному середовищі муфельної печі при температурах 800, 900 і 1000 °C при витримці 10 ... 150 годин. Оцінка жаростійкості здійснювалась гравіметричним методом за збільшенням маси, віднесеної до вихідної площі поверхні зразка. Зважування проводились на аналітичних вагах ВЛА-200М з точністю до 10^{-4} грама. Випробування зносостійкості проводились на машині тертя типу Шкода-Савіна та СМІ-2.

Результати експериментів та їх обговорення

1. Структуроформування покриттів

На рис. 1 показані фотографії мікроструктури плазмо напиленого залізного порошку (а); гальванічно нанесеного шару нікелю (б) та електрохімічного осадженого композиту Ni-TiC (в) на зразки сталі 12X18H10T. А на рис. 2 приведені мікроструктури цих покриттів після хіміко-термічної обробки різними елементами.

Слід відмітити, що після дифузійного насичення бором напилений шар заліза нагадує структуру борованого заліза. А структура гальванічно осадженого нікелю після алітування є грубозернистою, що слід пов'язати із здатністю алюмінію утворювати цілий ряд хімічних та електронних сполук і їх здатністю переходити з однієї фази в іншу при певних температурах і концентраціях компонентів.

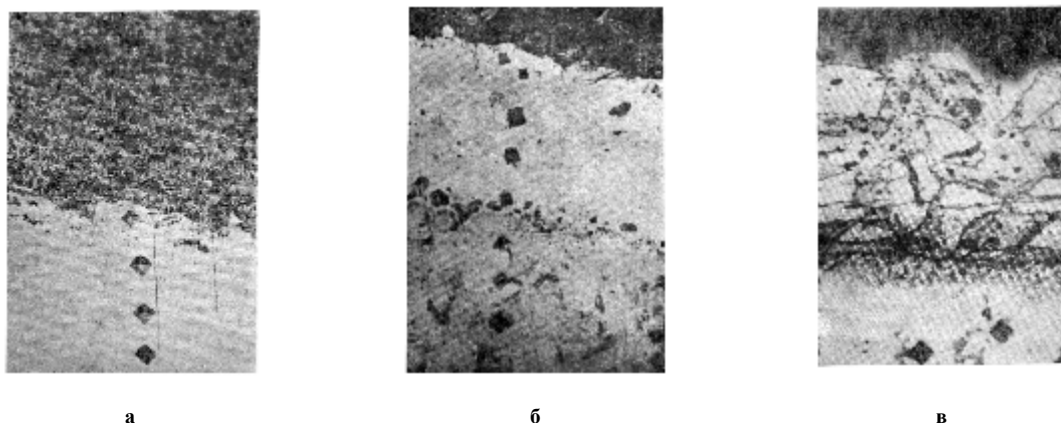


Рис. 1 – Мікроструктури нанесених покриттів на сталь 12Х18Н10Т $\times 300$:

а – плазмонапилений шар порошку заліза;
б – гальванічно нанесений шар нікелю;
в – електрохімічне осадження композиту Ni-TiC

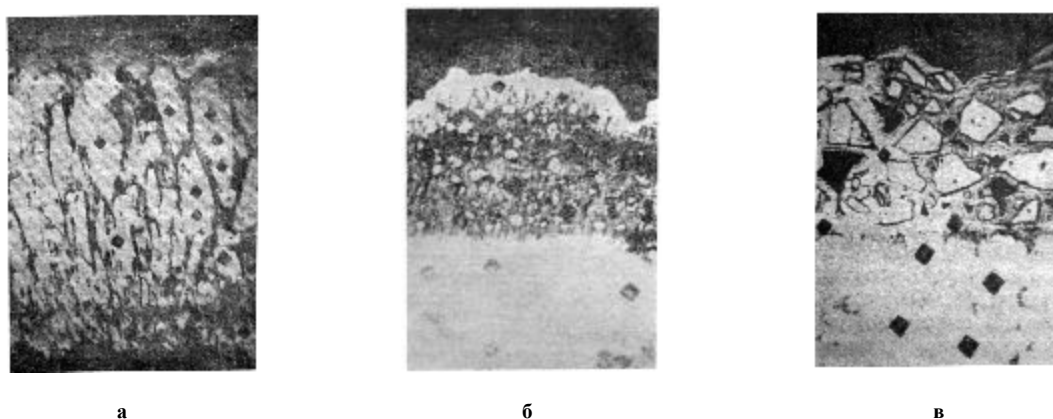


Рис. 2 – Мікроструктури нанесених покриттів на сталь 12Х18Н10Т після хіміко-термічної обробки, $\times 300$:

а – борування плазмонапиленого залізного порошку;
б – алітування гальванічно осадженого шару нікелю;
в – хромування електролітично осадженого композиту Ni-TiC

Осаджені електролітичні композити найменш чутливі до зміни структури при насиченні багатьма елементами. Так, після хромування осадженого композиту Ni-TiC (рис. 2, в) його структура практично не зазнала суттєвих змін, але в усіх випадках характеризується зміною концентраційного розподілу по глибині шару і відсутністю різкої границі між покриттям і основою, що відповідно підсилює його зчеплення з основою. Одночасно зменшується пористість такого покриття.

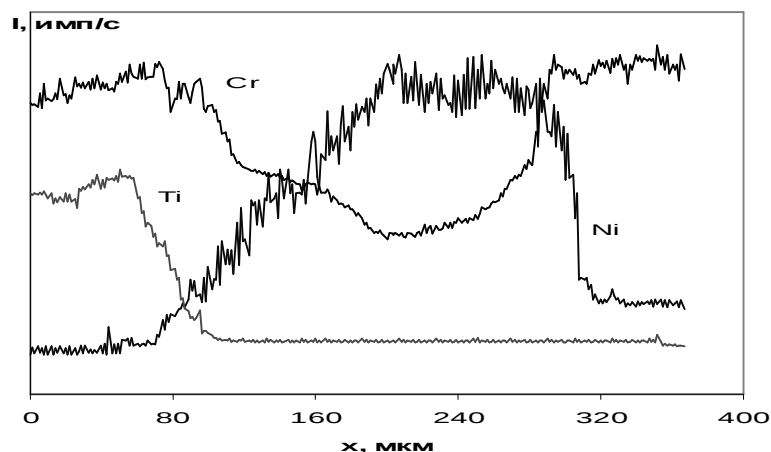


Рис. 3 – Розподіл елементів в шарі осаду Ni-TiC після дифузійного хромування

На рис. 3 приведений розподіл елементів по глибині покриття електрично осадженого композиту Ni-TiC. Підвищення концентрації титану на поверхні можна пояснити присутністю в електролітичній ванні незначної кількості порошку чистого титану, а також можливістю дисоціації його карбиду в процесі термообробки. Суттєве зменшення концентрації нікелю на поверхні покриття завдячує інтенсивному дифузійному насиченню його тонких поверхневих шарів хромом і титаном, що і забезпечує зниження концентрації нікелю саме на поверхні захисного шару.

2. Жаростійкість покриттів

В табл. 1 узагальнені дані, отримані експериментально на зразках сталі 12X18H10T, жаростійкості покриттів в залежності від виду хіміко-термічної обробки, проведеної при температурі дифузійного насичення 1050 °C та ізотермічній витримці 8 годин.

Таблиця 1

**Приріст маси зразків після 100-годинної витримки
в атмосферному середовищі при температурі 1000 °C**

Вид покриття	Приріст маси зразків (г/м ²) після дифузійного насичення різними елементами				
	без насичення	Cr	Al	Cr-Al	Cr-Si
Плазмонанілений залізний порошок ПЖЗМ	290	7,92	5,86	8,90	18,80
Гальванічне нікелювання	25,92	5,90	8,75	7,80	7,55
Електролітичне осадження композиту Ni-TiC	30,5	33,5	30,5	26,6	23,25

Як видно з наведених даних, дифузійне насичення плазмонаніленого порошку будь-яким із наведених елементів сильно підвищує жаростійкість покриття. Таке покриття без дифузійного насичення повністю окисляється, тобто згорає при такій температурі. Також суттєво підвищується жаростійкість гальванічно осадженого нікелю, що пояснюється ущільненням структури і формуванням на границі поділу покриття - основа дифузійного шару (рис.2, б), який забезпечує високу ступінь зчеплення покриття з основою, що запобігає проникненню кисню через покриття. А незначне підвищення жаростійкості електролітично осадженого композиту Ni-TiC, з нашої точки зору, пояснюється досить високою щільністю осадженого матеріалу, а також стійкістю компонентів цього композиту.

3. Зносостійкість покриттів

Результати випробувань на зносостійкість при різних навантаженнях та часу приведені на рис. 5 та 6 з яких видно, що усі види хіміко-термічної обробки підвищують зносостійкість покриттів. Суттєвої різниці в зносостійкості дифузійнонасичених покриттів в залежності від температури і часу процесу ХТО не спостерігалось, на відміну від виду самого покриття.

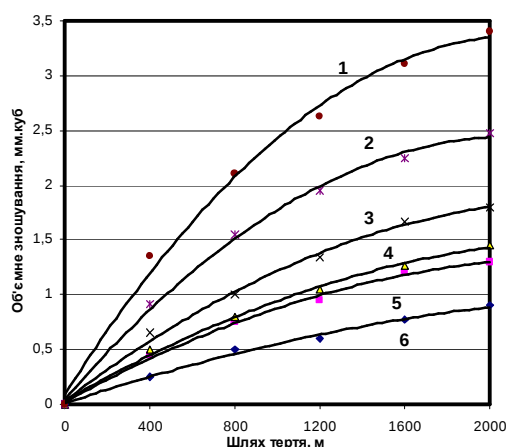


Рис. 5 – Залежність величини зношення нанесених покриттів на сталі 12X18H10T:

- 1 – плазмонанілений шар заліза без ХТО;
- 2 – плазмонанілений шар заліза після хромування;
- 3 – електролітично осаджений нікель;
- 4 – хромований електролітично осаджений нікель;
- 5 – електролітично осаджений композит Ni-TiC;
- 6 – електролітично осаджений композит Ni-TiC після дифузійного хромування

Так, зносостійкість плазмонапиленого залізного порошку є нижчою за зносостійкість сталі 12Х18Н10Т без покриття і суттєво підвищується після дифузійного насичення хромом, нікелем та хромом і нікелем одночасно.

На рис. 5 приведена величина зношення покриттів до і після дифузійного насичення хромом. Після дифузійного хромування найменша зносостійкість відповідає плазмонапиленому залізному порошку, що можна пояснити грубозернистістю насиченого покриття. Осаджений композит Ni-TiC характеризується достатньо високою густиною. А тому його зносостійкість є суттєвою як без дифузійного хромування, так і після нього. Варто також відмітити, що зносостійкість КЕП при сухому терті, як показали наші дослідження, залежить від зернистості наповнювача TiC, що підтверджує залежність в першу чергу лише від пористості нанесених покриттів, бо чим дисперсні ший наповнювач, тим вища густина осадженого покриття.

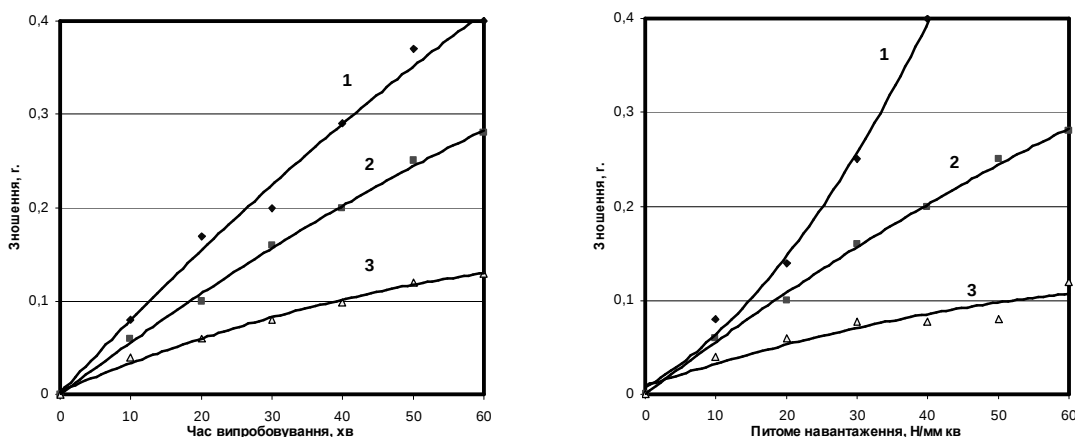


Рис. 6 – Вплив умов випробувань на величину зношення осаджених покриттів після дифузійного хромування:

- 1 – напилений залізний порошок;
- 2 – гальванічно осаджений нікель;
- 3 – електролітично осаджений композит Ni-TiC

На рис. 6 приведена залежність зносостійкості нанесених покриттів після дифузійного хромування від умов випробування. Як видно з графіків рис. 6, залежність зносостійкості, як від часу випробувань, так і питомого навантаження є практично лінійною в межах товщини отриманого покриття, що свідчить про його надійність в умовах дослідження. Як і очікувалось, найвищою зносостійкістю після хіміко-термічної обробки володіють електролітично осаджені композиційні покриття Ni-TiC. Аналогічна залежність спостерігається також після титанування та хромотитанування осаджених покриттів.

Висновки

Хіміко-термічною обробкою доцільно обробляти напилені, гальванічно та електролітично осаджені на поверхню сталі покриття з метою підвищення їх жаро- і зносостійкості за рахунок ущільнення структури та формування легованого поверхневого шару покриття.

Дифузійне насичення хромом та іншими елементами змінює структуру осаджених покриттів, зменшує пористість і підвищує зчеплення покриття з основою завдяки дифузійним процесам.

Література

1. Мельник П.І., Остафійчук Б.К., Сидоренко С.І. Дифузійні процеси та твердофазні перетворення в металах і сплавах. – І-Ф.: «Плай». – 1999. – 220 с.
2. Лучка М.В., Киндрачук М.В., Микитюк Р.Ю., Соколовский М.Ф. Иносостойкие дифузионно-легированные композиционные покрытия. – К: Техника, 1993. – 144 с.

Надійшла 18.06.2012