УДК 621.891

[1]В. Я. Лобурак, інж.,
[2]М. І. Дидін, інж.,
[1]І. Я. Петрик, канд. техн. наук, доц.

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ АУСТЕНІТНОЇ СТАЛІ 12Х18Н10Т ШЛЯХОМ ПОВЕРХНЕВОГО ДИФУЗІЙНОГО НАСИЧЕННЯ

[1]Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
vloburak2@mail.ru
[2]Ужгородський національний університет

Виконано трибологічні дослідження сталі 12Х18Н10Т після дифузійного зміцнення її поверхні однокомпонентним, комплексним з одного джерела та послідовним насиченням легуючими елементами. При порівнянні отриманих експериментальних даних встановлено, що найбільш зносостійкими є покриття, після насичення хромом, а також хромом і титаном, хромом і нікелем з одного джерела; при послідовному насиченні найбільш зносостійким є нікельхромові та хромотитанові покриття.

Вступ. Корозійностійкі сталі аустенітного класу, характеризується достатньо високою корозійною стійкістю, але мають низьку зносостійкість, погану припрацьовуваність, а в процесі тертя утворюють задири та заїдання.

В результаті хіміко-термічної обробки відбувається зміна хімічного складу та структури поверхневого шару, що суттєво впливає на експлуатаційні характеристики зміцненої сталі. Поверхневий шар набуває нових властивостей, іноді втрачаючи деякі властивості базової сталі.

Дослідження поверхневого насичення сталей і сплавів показали, що більш ефективним є одночасне легування поверхневого шару кількома елементами, як з технологічної точки зору, так і щодо підвищення їх властивостей. Однак, підбір компонентів і режимів дифузійного насичення проводиться, нажаль, експериментальним шляхом, базуючись на результатах інших дослідників та власній інтуїції.

Постановка задачі та експериментальні дослідження. Оскільки від ряду деталей обладнання хімічної, будівельної, харчової та інших галузей промисловості вимагається одночасно висока

жаростійкість і зносостійкість, була поставлена задача провести дослідження сталі 12Х18Н10Т на зносостійкість після дифузійного однокомпонентного хромування та комплексного хромотитанування, хромосиліціювання, хромонікелювання, хромомарганцування, хромоалітування і нікельхромування з одного джерела, а також послідовним насиченням.

Насичення проводилось за технологією, розробленою і запатентованою в роботі [1] колективом дослідників. Робоча порошкова суміш складалась із компонентів, % мас.:

порошок олова	– 20 – 26;
порошок насичуючих компонентів	– 14 – 16;
порошок нікелю	– 8 – 10;
порошок заліза	– 8 – 14;
хлористий амоній	– 1 – 2;
оксид алюмінію	– решта.

Температура і час насичення для кожної системи встановлювалися експериментально. Критерієм служили якість захисного шару на сталі, тобто безпористість шару, його однорідність і товщина, а також чистота поверхні зразка. Температура процесу для всіх варіантів лежала в інтервалі 950–1100 ºС.

На рис. 1 показана мікроструктура дифузійного шару на сталі 12Х18Н10Т після хромоалітування при насиченні з одного джерела–суміші. Як видно з мікроструктури дифузійний шар має гетерофазну і пошарову будову з різкою границею поділу між покриттям і основою. Дифузійний шар добре травиться в стандартному 3%-ному розчині азотної кислоти. Аналогічні мікроструктури формуються при дифузійному насиченні іншими елементами та їх комплексами.

Випробування зносостійкості зразків проводилось в умовах тертя кочення з проковзуванням і тертя без змащення на машині типу Шкода-Савина при навантаженнях 5 і 10 Н зі швидкістю ковзання 2,2 м/с. Порівняльні результати випробувань дифузійнозміцненої різними компонентами сталі 12Х18Н10Т наведені на рис. 2. На рис. 3 показана діаграма відносної зносостійкості дифузійно зміцненої сталі ($\sigma_u = \frac{\Delta m_0}{\Delta m_i}$) при базі випробувань (S = 4000 м).

Як видно із приведених даних, усі типи дифузійних шарів суттєво підвищують зносостійкість даної сталі.

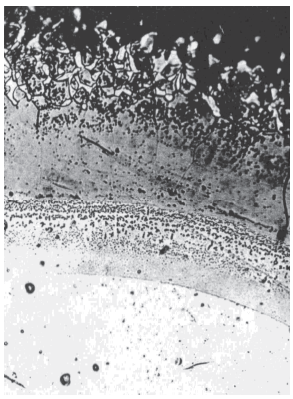


Рис.1. Мікроструктура хромо-алітованого шару
на сталі 12Х18Н10Т × 300

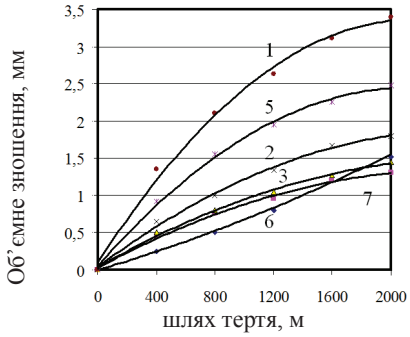


Рис. 2. Залежність величини зношення дифузійнозміцненої сталі 12Х18Н10Т від шляху тертя: *1* – вихідна сталь 10Х18Н10Т, *2* – хромування, *3* – хромотитанування, *4* – хромосиліціювання, *5* – хромонікелювання, *6* – хромомарганцування, *7* – нікельхромування

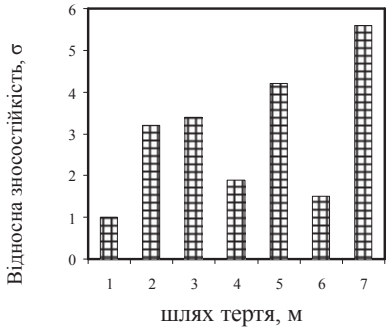


Рис. 3. Діаграма відносної зносостійкості ($\sigma_u = \frac{\Delta m_0}{\Delta m_i}$) дифузійнозміцненої сталі 12Х18Н10Т при базі випробувань S = 4000 м: *1* – вихідна сталь 10Х18Н10Т, *2* – хромування, *3* – хромотитанування, *4* – хромосиліціювання, *5* – хромонікелювання, *6* – хромомарганцування, *7* – нікельхромування

За базу порівняння відносної зносостійкості було прийнято об'ємне зношування при різних швидкостях на шляху тертя 800 м, що дозволяло оцінити зношування власне дифузійних шарів без

врахування зношування основи. Виходячи з такої оцінки, ряд зносостійкості вибудовується у вигляді:

(Cr + Ni) → Cr → (Cr + Si) → (Ni + Cr) → (Cr + Ti) → (Cr + Mn).

При збільшенні бази випробувань спостерігається зміна в ряду зносостійкості, що пояснюється нами різницею в товщині дифузійних шарів, а також зміною структури в зоні тертя та ступеню їх легованості насичуючими елементами.

Діаграма відносної зносостійкості (рис. 3) сталі 12Х18Н10Т ($\sigma_u = \frac{\Delta m_0}{\Delta m_i}$, де Δm_0 – величина зношування вихідної сталі, а Δm_i – величина зношування дифузійнозміцненої сталі при величині зношування на шляху 4000 м) показує, що найбільшою зносостійкістю характеризується нікельхромований дифузійний шар, що дає підставу рекомендувати його для деталей вузлів тертя при допустимому їх зношуванні більше 0,1 мм.

Випробування на зношування в умовах тертя кочення з проковзуванням проводили на машині СМЦ – 2. На рис. 4 подана порівняльна діаграма зносостійкості сталей з нанесеними дифузійними покриттями. Як видно з діаграми, найбільшою зносостійкістю характеризуються нікельхромовані та хромотитановані дифузійні покриття. Слід підкреслити, що зносостійкість значною мірою залежить від умов експлуатації виробу. Результати випробувань дифузійних шарів в залежності від часу випробування та величини навантаження показані на рис. 5. Як видно з графіків, залежність величини зношування від часу випробувань для хромованих, хромотитанованих і нікельхромованих шарів носить лінійний характер, а суттєве зростання величини зношування із збільшенням бази випробувань, очевидно, пов’язане з вкладом процесів втомного зношування. Це понижує ефективність використання таких покриттів при їх експлуатації. Але всі досліджені захисні покриття суттєво знижують коефіцієнт тертя і можуть бути рекомендовані для практичного застосування в конкретних умовах експлуатації.

Випробування на корозійно-механічне зношування проводилось на захисних втулках насосу типу NO 100–26, які виготовлялись із сталі 12Х18Н10Т. Результати випробувань зведені в табл. 1 та 2 показують, що максимальною зносостійкістю в цих умовах характеризуються хромотитановані та нікельхромовані дифузійні покриття.

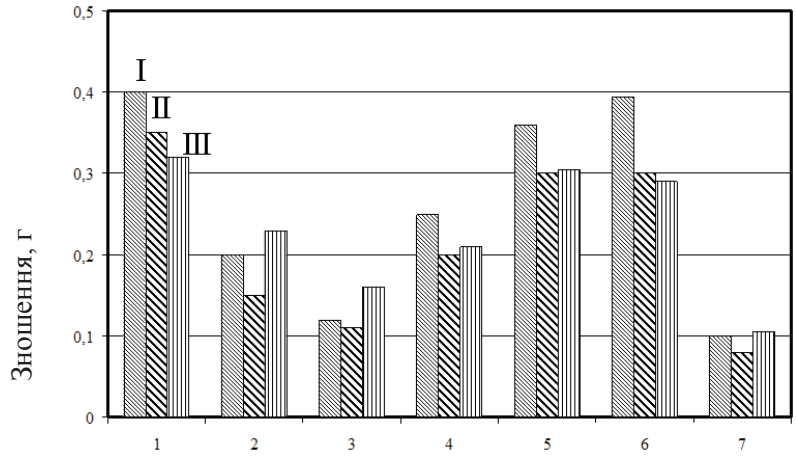


Рис. 4. Порівняльна діаграма зносостійкості дифузійних шарів в умовах тертя кочення з проковзуванням: *1* – вихідні сталі (I – 10Х18Н10Т, II – 10Х17Н13М2Т, III – 06ХН28МДТ), *2* – хромування, *3* – хромотитанування, *4* – хромосиліціювання, *5* – хромонікелювання, *6* – хромомарганцювання, *7* – нікель хромування

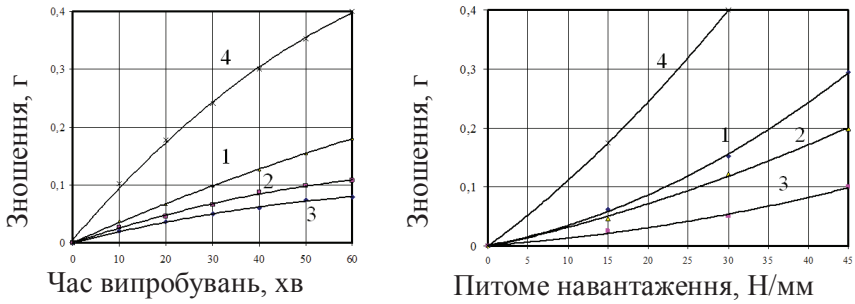


Рис. 5. Вплив умов випробувань на величину зношення хромованої (1), хромотитанованої (2), і нікельхромованої (3) сталі 12Х18Н10Т (4): P = 15Н/мм, τ = 20 хв

Таблиця 1

Вплив виду хіміко - термічної обробки на коефіцієнт тертя

Вид хіміко-термічної обробки	Відносний коефіцієнт тертя f_i/f_0
Хромування	0,90
Хромосиліціювання	0,75
Хромотитанування	0,80
Хромонікелювання	0,80
Хромомарганцування	0,85
Хромоалітування	0,75
Нікельхромування	0,85

Таблиця 2

Вплив виду дифузійного зміцнення на величину зносу при корозійно-механічному зношуванні сталі 12Х18Н10Т

Вид хіміко-термічної обробки	Швидкість зношування (мкм/год) 10^{-3}
Вихідна сталь10Х18Н10Т	69,0
Хромування	34,5
Хромосиліціювання	27,5
Хромотитанування	23,0
Хромонікелювання	26,8
Хромомарганцування	27,3
Нікельхромування	17,1

При визначенні відносної зносостійкості за еталон порівняння Δm_0 у відношенні $\sigma_u = \dfrac{\Delta m_0}{\Delta m_i}$ взяте лінійне зношування сталі 10Х17Н13М2Т, оскільки вихідна сталь 1218Н10Т має низьку експлуатаційну стійкість, і тому без покрить не може випробовувати в цих умовах.

Висновки. Поверхневе дифузійне насичення сталі 12Х18Н10Т підвищує її зносостійкість в усіх варіантах обробки –

одним елементом чи комплексом з одного джерела, або послідовним насиченням.

Найбільш зносостійкими є покриття, отримані шляхом насичення хромом, а також хромом і титаном, хромом і нікелем з одного джерела. При послідовному насиченні найбільш зносостійкими є нікельхромове та хромотитанове покриття.

Зносостійкість захисних шарів залежить в першу чергу від їх товщини, навантаження та шляху тертя. Отже, такі покриття слід рекомендувати у виробництво для підвищення довговічності вузлів тертя в певних умовах їх експлуатації.

Список літератури

1. *Ворошнин Л.Г., Дыдин Н.И., Соколовський Е.И., Борисёнок Г.В.* Авт. свид. №1261313.

Лобурак В.Я., Дидин М.И., Петрик И.Я. **Повышение износостойкости аустенитной стали 12Х18Н10Т путем поверхностного диффузионного насыщения** // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: НАУ, 2011. – Вип. 55. – С.175–181.

Исследована сталь 12Х18Н10Т на износостойкость после дифузионного упрочнения ее поверхности однокомпонентным, комплексным из одного источника и последовательным насыщением легирующими элементами. При сравнении полученных экспериментальных данных установлено, что наиболее эффективными являются покрытия, полученные путем насыщения хромом, а также хромом и титаном, хромом и никелем из одного источника; при последовательном насыщении наиболее эффективно никельхромовое и хромотитановое покрытия.

Рис. 5, табл. 2, список лит. 1 наим.

V.Ya. Loburak, M.I. Dydin, I.Ya. Petryk. **Increase of wear resistance of austenitic steels 12X18H10T by surface diffusion saturation**

Research was steel 12X18H10T of wear resistance after diffusion strengthening its surface one-component, complex from one source and consistent saturation of alloying elements. When comparing the obtained experimental data revealed that the most effective is to coating obtained by saturation with chromium, whilst chromium and titanium, chromium and nickel from a one source, with sequential saturation is the most effective and nikelhromove, hromotytanove coating.

Стаття надійшла до редакції 16.11.2011