Рекомендована д.ф.н., професором В.І.Чуєшовим

УДК 615.12.014.24.001.4

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ХІМІКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ МЕТОДОМ ДИФУЗІЙНОГО ХРОМУВАННЯ

О.І.Зайцев, В.І.Аверченко, С.В.Тимофєєв

Національна фармацевтична академія України
Національний технічний університет (ХПІ)
Дослідний завод ДНЦЛЗ

Досліджена твердість, зносостійкість, корозійна стійкість марок сталі з нанесенням на поверхню легірованих речовин методом дифузійного насичення. Розроблені склади порошків для дифузійного легірування, які дозволяють збільшити мікротвердість поверхні сталі у 6 разів, а зносостійкість — у 1,5 рази, що підвищує ресурс роботи прес-інструмента на 50% та замінює дорогі легіровані сталі на вуглеводисті чи конструкційні.

У процесі експлуатації деталі машин і апаратів піддаються впливу сил, тепловому або хімічному впливу середовища. У залежності від характеру виконуваних операцій можуть переважати механічні впливи або тепло-хімічні агресії, до яких додається дія внутрішнього напруження (ливарного, зварювального, пресувального, збірного і т.п.).

Під впливом різноманітних зовнішніх і внутрішніх факторів перебігають процеси зміни форми, розмірів і фізико-механічних властивостей деталей; відбувається кількісний ріст змін, які обумовлюють непридатність деталей до подальшої роботи, тобто їх ушкодження. До експлуатаційних ушкоджень відносяться: втрата точності розмірів, перекручування форми, утворення тріщин, зазорів, рисок, пор або свищів тощо.

Одним з багатьох вузлів устаткування хімико-фармацевтичних виробництв, що працюють при великих питомих навантаженнях і підлягають швидкому зношуванню, є прес-інструмент таблеткових машин [3, 10, 11].

У найважчих умовах працює матриця і її знос, як правило, у 3-4 рази перевищує знос пуансонів [8, 12]. В міру зносу матриці погіршується якість пресування і різко зростає брак по розслоях і відколах таблеток.

Підвищення мікротвердості, зменшення зносу та корозії прес-інструмента досягається дифузійним хромуванням — хіміко-термічним процесом, заснованим на дифузійному насиченні (легуванні) поверхневих шарів сплаву хромом [5, 6].

Дифузійне хромування принципово відрізняється від гальванічного хромування, при якому відбувається безпосереднє нанесення шару хрому на поверхню виробу. Дифузійне ж хромування передбачає введення хрому в кристалічні решітки металу шляхом дифузії.

Завдяки дифузійному насиченню відбувається структурна зміна поверхневих шарів металу з набуванням високої твердості, зносостійкості і корозійної стійкості [7].

Механізм дифузійного насичення металу хромом можна розглядати як комплексний процес, що складається з окремих стадій, а саме: утворення активних атомів поблизу поверхні або безпосередньо на поверхні металу; сорбція атомів поверхнею металу; дифузія атомів хрому в метал.

Утворення активних атомів хрому при хромуванні сплавів може відбуватися внаслідок дисоціації газоподібних сполук хрому, що граничать із поверхнею металу, у результаті реакційної взаємодії хімічних сполук хрому з поверхнею металу або при їхній взаємодії з газами-відновлювачами, а також у результаті випарювання металевого хрому.

Поверхня металу, яка має різні дефекти, що виникають внаслідок особливостей кристалізації металу і його наступної технологічної обробки, у порівнянні з внутрішніми шарами характеризується великим запасом вільної енергії і термодинамічно нестійка.

Адсорбовані поверхнею металу атоми речовини, що дифундує, утримуються на ній завдяки здатності системи понижувати запас поверхневої енергії. Дифузія, тобто переміщення атомів одного металу в кристалічних решітках іншого, пояснюється здатністю системи до об'ємного вирівнювання хімічного складу.

Метою нашої роботи є вивчення технологічних параметрів (твердості, зносостійкості і корозійної стійкості) дифузійно-хромованих (легіруваних) поверхневих шарів з можливим скороченням використання дорогої і важкооброблюваної нержа-

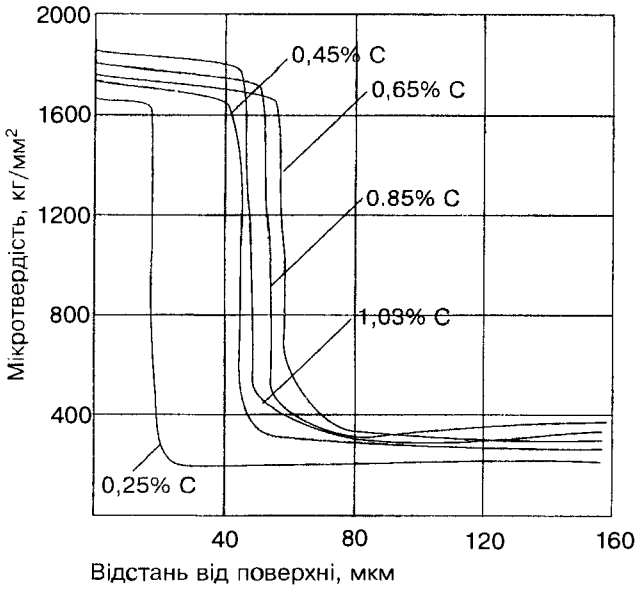

Рис. 1. Пошарово зміна мікротвердості в дифузійному шарі з різним вмістом вуглецю (t=1100°C, τ=6 год.).

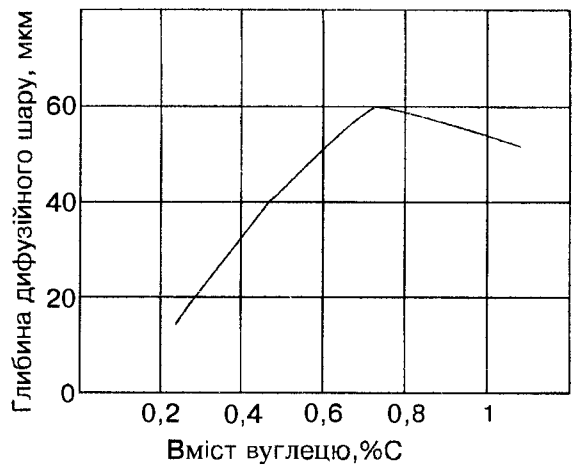

Рис. 2. Глибина дифузійного шару для марок сталі з різним вмістом вуглецю.

віючої сталі шляхом її заміни дешевою вуглецевою або малолегірованою.

Експериментальна частина

В ролі об'єктів дослідження були обрані сталі з різним змістом вуглецю:

— вуглецеві конструкційні сталі: 20 (0,2% C), 45 (0,45% C), 65 (0,65% C);

— вуглецева інструментальна сталь: У8 (0,8% C);

— легірована сталь для різальних інструментів: ХВГ (1% C).

Хромування (легірування) проводили в герметично закритому контейнері, виконаному із жаростійкої сталі, куди поміщалися зразки і порошки різного складу. Нагрівання установки проводили в муфельній печі в атмосфері аргону при температурі 950-1100°C з наступною ізотермічною витримкою протягом 1-6 год. Після цього контейнер зі сполукою залишали в печі, яка вистигала до температури 800°C, а потім охолоджували контейнер у воді до кімнатної температури.

Твердість поверхневих зон після хромування (легірування) найбільш точно оцінювалася при вимірі мікротвердості на мікрошліфі за допомогою апарату М.М.Хрущова й Е.С.Берковича.

Зносостійкість визначалася на машині Савина-Шкода при навантаженні 150 Н та шляху тертя, пропорційний 3000 обертам. Корозійна стійкість вивчалася за впливом на хромовані (легіровані) зразки: 50%-ний HNO_3, 98%-ний H_2SO_4, 85%-ний $C_2H_4O_2$, 26%-ний H_2O_2 і 10%-ний HCl шляхом повторного зважування і розрахунку втрати ваги одиницею поверхні зразка.

Результати та їх обговорення

Дослідження поверхневих шарів сталі після дифузійного хромування показали високу твердість. Мікротвердість карбідного шару сталі з різним вмістом вуглецю (0,2÷1,03%) знаходиться в межах 1400÷1800 кг/мм^2 (рис. 1).

Пошарова зміна мікротвердості характеризує пошарову зміну концентрації хрому в окремих

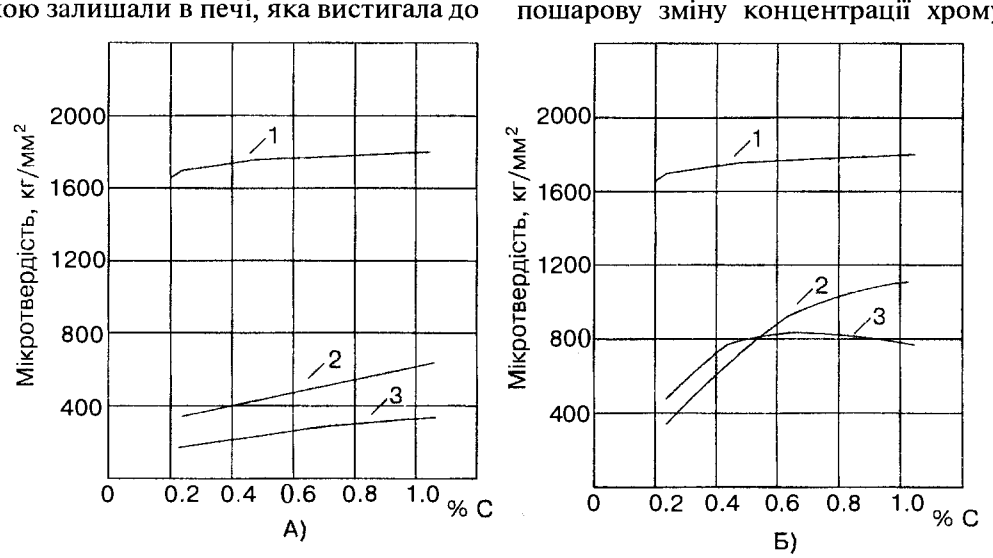

Рис. 3. Мікротвердість поверхневих зон дифузійно-хромованої сталі в залежності від вмісту вуглецю до і після загартування (t=1100°C, τ=1 год.): А) — до загартування; Б) — після загартування; 1. — поверхнева зона; 2. — проміжна зона; 3. — серцевина.

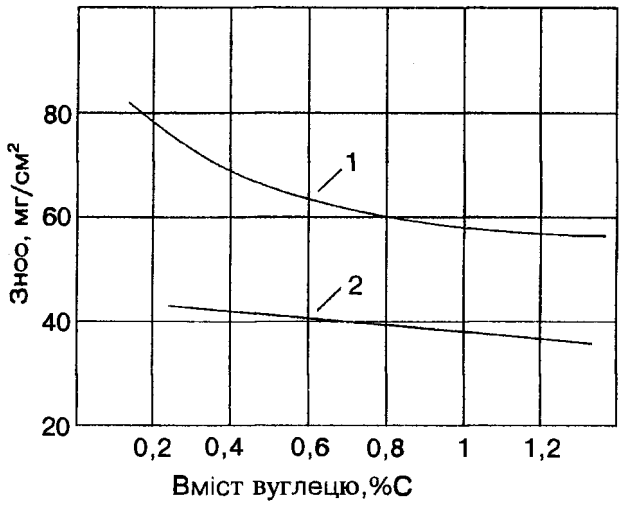

Рис. 4. Вплив вуглецю на знос марок сталі до (крива 1) і після дифузійного хромування (крива 2).

зонах дифузійного шару, при цьому режим хромування (температура, тривалість ізотермічної витримки) істотно не відбивається на порядку величини твердості дифузійного шару.

На рис. 2 зображена глибина дифузійного шару для марок сталі з різним вмістом вуглецю.

Дослідження показали, що найбільшою глибиною дифузійного шару при досить високих значеннях мікротвердості володіє сталь 65.

Проведення загартування дифузійно-хромованих сталей (рис. 3) не привело до значного збільшення мікротвердості поверхневого (карбідного) шару. Хоча проміжна і серцевинна зони набувають після загартування мартенситної структури, а значить їхня твердість значно збільшується.

У зв'язку з тим, що в хіміко-фармацевтичних виробництвах приходиться мати справу з деталями, які працюють на знос і при цьому зазнають

Таблиця 1

Дослідження корозійної стійкості дифузійно-хромованих марок сталі

Марка сталі	Середовище	Тривалість випробувань, г	Зменшення ваги у перерахунку на 1 дм², мг/дм²	
			нехромовані	після хромування
45	Вода	50	5	0,6
	10% HCl	100	80	12
	50% HNO_3	500	100	40
	98% H_2SO_4	500	100	30
	25% H_2O_2	500	30	4
	85% $C_2H_4O_2$	500	800	38
У8	вода	50	10	0,8
ХВГ	50% HNO_3	500	60	5
	98% H_2SC_4	500	400	40
	25% H_2O_2	500	20	2
	85% $C_2H_4O_2$	500	300	21

корозійного впливу середовища, дослідження зносостійкості тертям були проведені в присутності дистильованої води. Рідина, проникаючи в дефектні ділянки металевої поверхні (пори, мікротріщини), чинить великий тиск на стінки цих дефектів і таким чином розклинює їх, поступово поглиблюючи.

Це приводить до створення місцевих концентрацій напруги, що й руйнує згодом метал.

З рис. 4. видно, що дифузійно-хромовані шари більш стійкі за рахунок підвищення мікротвердості і заповнення (заліковування або зарощування) дефектів поверхневого шару карбідами.

Таблиця 2

Результати дослідження дифузійно-захищеної сталі 45

№	Склад суміші компонентів, мас.%			Підсумки випробувань		
	Мп	Al_2O_3	NH_4Cl	мікротвердість, МПа	товщина дифузійного шару, мкм	ударна в'язкість, кгсм/см³
1	50	49	1	5000	12	4,6
2	51	45	4	4900	14	4,5
3	52	44	4	4500	14	6,2
4	53	44	3	4000	17	6,2
5	54	43	3	4700	20	6,0
6	55	42	3	3000	25	6,0
7	56	41	3	3000	25	7,0
8	57	41	2	2500	27	8,0
9	58	40	2	2500	30	8,0
10	59	39	2	2500	30	9,0
11	60	38	2	2500	30	9,0
12	61	37	2	4500	30	6,0

Дослідження корозійної стійкості дифузійно-хромованих марок сталі (табл. 1) показали низьку втрату ваги зразків, а значить високу корозійну стійкість усіх дифузійно-хромованих марок сталі.

Аналіз роботи прес-інструмента таблеткових машин показує, що зношування відбувається не тільки за рахунок абразивного зносу, але й у результаті зносу втомлюваності [4, 9].

З метою одержання покриття з підвищеною в'язкістю, що блокує розвиток втомлених тріщин у металі, була розроблена сполука для дифузійного легірування — марганціювання сталей [2, 1].

Сполука для дифузійного марганціювання сталей містить марганець, хлористий алюміній і окис алюмінію.

У табл. 2 наведені результати дифузійно захищеної сталі 45.

Збільшення вмісту марганцю в шихті вище 61% не змінює мікротвердості поверхневого шару, а негативно впливає на якість поверхні. Відбувається налипання часток на поверхні пуансонів і матриць, що є неприпустимим при захисті деталей, які мають клас чистоти не нижче 11,0.

Зменшення процентного вмісту марганцю нижче 55% недоцільне, так як у цьому випадку не досягається достатня пластичність і міцність.

Десятидобові випробування при таблетуванні мукалтину і дослідження зносу дифузійно-захищених і незахищених пуансонів та матриць дозволили визначити ресурс роботи дифузійно-захищеного прес-інструмента.

ВИСНОВКИ

1. Використання дифузійного хромування дозволяє замінити дорогі легіровані сталі на вуглецеві або конструкційні.
2. Дифузійним хромуванням марок сталі можна збільшити мікротвердість у 6 разів, а зносостійкість — 1,5 рази.
3. Дифузійне марганціювання дозволяє збільшити ресурс роботи прес-інструмента на 50%.

ЛІТЕРАТУРА

1. *А.с. №1545649 Состав для диффузионного насыщения стальных изделий. / И.И.Заяц, Г.А.Ткач, В.Ч.Аверченко, А.И.Зайцев и др. — Опубл.: 23.10.90. — Бюл. №8.*
2. *А.с. №1638203 Состав для диффузионного марганцирования сталей. / И.И.Заяц, Г.А.Ткач, В.Ч.Аверченко, А.И.Зайцев и др. — Опубл.: 30.03.91. — Бюл. №12.*
3. *Белоусов В.А., Вальтер М.Б. Основы дозирования и таблетирования лекарственных порошков. — М.: Медицина, 1980. — 212 с.*
4. *Белоусов В.А. // Хим.-фарм. журн. — 1974 — №5. — С. 49-55.*
5. *Горбунов Н.С. Диффузионные покрытия на железе и стали. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 120 с.*
6. *Грибоедов Ю.Н., Мясоедов А.Н. // Труды ЦНИИТМАШ. — Вып. 15. — 1960. — С. 65-68.*
7. *Колотыркин Л.К., Зайцев И.Д., Заяц И.И. и др. Закономерность изменения коррозионной стойкости черных металлов. — Открытие №368 от 31.01.86г.*
8. *Носовицкая С.А., Борзунов Е.Е., Сафиулин Р.М. Производство таблеток. — М.: Медицина, 1969. — 135 с.*
9. *Хрущев М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. — М.: Наука, 1970. — 251 с.*
10. *Poulet M., Guiot P. // Pharm. Industry. — 1995. — Vol. 34. — №11. — P. 828-832.*
11. *Pinde-Hodi K., Sohoida E. // Pharma Industrie. — 1996. — Vol. 46, №10. — P. 1080-1083.*
12. *Schmidt P.C. // Pharm. International. — 1994. — №5. — P. 263-269.*

УДК 615.12.014.24.001.4

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ МЕТОДОМ ДИФФУЗИОННОГО ХРОМИРОВАНИЯ

А.И.Зайцев, В.И.Аверченко, С.В.Тимофеев

Исследована твердость, износостойкость, коррозионная стойкость марок стали с нанесением на поверхность легирующих веществ методом диффузионного насыщения. Разработаны составы порошков для диффузионного легирования, позволяющие увеличить в 6 раз микротвердость поверхности стали, а износостойкость — в 1,5 раза, что позволит увеличить ресурс работы пресс-инструмента на 50% и заменить дорогие легированные стали на углеродистые или конструкционные.

UDC 615.12.014.24.001.4

RAISING THE RELIABITY OF EQUIPMENT OF CHEMICAL AND PHARMACEUTICAL PRODUCTION BY THE METHOD OF DIFFUSION CHROMIUM-PLATING

A.I.Zaitsev, V.I.Averchenko, S.V.Timofeyev

The strongness, wear durability, corrosion durability of steel was researched with the marking on the surface alloyed matter by the method of diffusion saturation. The composition of powders for the diffusion chromium-plating was worked out whith allowed to increase the micro strongness of the steel surface in six times and wear durability — in 1,5 times, what allow to increase the work resources of the press instrument on the fifty percent and to substitute the cost chromium-plating steel on the carbonaceous or constructive steel.