



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 129143

(13) C2

(51) МПК

C23C 8/68 (2006.01)

C23C 8/70 (2006.01)

C23C 22/62 (2006.01)

C23C 18/36 (2006.01)

C23C 10/30 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2023 02697

(22) Дата подання заявки: 02.06.2023

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: 23.01.2025

(41) Публікація відомостей
про заявку: 18.10.2023, Бюл.№ 42

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: 22.01.2025, Бюл.№ 4

(72) Винахідник(и):

Стецько Андрій Євгенович (UA)

(73) Володілець (володільці):

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

UA a202101982, 19.10.2022

UA 110684 C2, 25.01.2016

UA 120403 C2, 25.11.2019

UA 102035 C2, 27.05.2013

UA 109096 C2, 10.07.2015

UA 96087 C2, 26.09.2011

US 6146702 A, 14.11.2000

WO 2008/100155 A1, 21.08.2008

(54) СПОСІБ КОМПЛЕКСНОГО БОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб належить до області машинобудування, а точніше стосується способу хіміко-термічної обробки для поверхневого зміцнення деталей машин. Спосіб включає нанесення на поверхню хімічного покриття з розчину, що містить, г/л: сірчаноокислий кобальт 10-20, сірчаноокислий нікель 25-35, оцтовокислий натрій 80-100, гіпофосфіт натрію 25-35, хлористий амоній 40-50, аміак 40-60 мл, вода - решта. Покриття наносять при температурі 90-95 °С протягом 60 хвилин. Після чого проводять семигодинне дифузійне борування в порошковій суміші із таким співвідношенням, мас. %: карбід бору 50-58, карбід кремнію 27-33, тетраборат натрію 7-4, фторид натрію 6-2, кріоліт 10-3 при температурі 940-960 °С. При досягненні температури 800 °С проводять ізотермічну витримку протягом 60 хвилин. Після зміцнення формується композитний зміцнений шар товщиною 210 мкм та мікротвердістю 21 ГПа, що дає можливість підвищити зносостійкість та ресурс роботи.

UA 129143 C2

Спосіб комплексного борування деталей, а точніше спосіб хіміко-термічної обробки для підвищення експлуатаційних характеристик виробів, який може бути використаний в машинобудівній, металургійній та приладобудівній промисловості для поверхневого зміцнення деталей машин та інструменту.

Відомий спосіб зміцнення поверхонь сталейних деталей [1] оснований на комбінованому покритті: попереднього Ni-Co-P хімічного покриття певної рецептури та наступному дифузійному хромуванні комплексного зміцнювального обробці.

У результаті такої комбінованої зміцнювальної обробки за прийнятими режимами для всіх зразків реалізувався ефект рідкометалевої фази внаслідок поступового розплавлення хімічного покриття.

Наявність рідкої фази корінним чином прискорює дифузійні процеси, тобто насичення хромом. У результаті комплексної зміцнювальної обробки було отримано дифузійні шари наступної будови: зовнішня композитна зона товщиною 60-70 мкм, яка складається із карбідів (Cr_7C_3) та твердого розчину хрому в α -залізі; гомогенної зони (твердий розчин хрому в α -залізі) товщиною 20 мкм; евтектоїдної зони (30 мкм); знеуглецьованої зони (180-190 мкм), яка поступово переходить у серцевину.

Недоліком даного покриття є невелика товщина композитної зони та невисока інтегральна мікротвердість.

В основу винаходу поставлена задача створення способу комплексного борування деталей, у якому за рахунок удосконалення рецептури попереднього хімічного покриття, зміни виду хіміко-термічної обробки з дифузійного хромування на дифузійне борування та введення додаткової ізотермічної витримки при дифузійному боруванні, забезпечити збільшення товщини зовнішньої композитної зони та збільшення її інтегральної мікротвердості.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі комплексного борування деталей, який містить нанесення на поверхню хімічного покриття з розчину, що містить гіпофосфіт натрію, аміак, сірчаноокислий нікель, солі натрію та кобальту і дифузійного насичення у порошковому середовищі, відрізняється тим, що розчин містить як сіль кобальту сірчаноокислий кобальт, як сіль натрію - оцтовокислий натрій і додатково містить хлористий амоній, при складі розчину, в г/л: сірчаноокислий кобальт 10-20, сірчаноокислий нікель 25-35, оцтовокислий натрій 80-100, гіпофосфіт натрію 25-35, хлористий амоній 40-50, аміак 40-60 мл, вода - решта, а хімічне покриття наноситься при температурі 90-95 °C протягом 60 хвилин, після чого проводять семигодинне дифузійне борування в порошковій суміші з таким співвідношенням, мас %: карбід бору B_4C 50-58, карбід кремнію SiC 27-33, тетраборат натрію $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 7-4, фторид натрію NaF 6-2, кріоліт Na_3AlF_6 10-3, при температурі 940-960 °C, під час якого додатково при досягненні температури 800 °C проводиться ізотермічна витримка протягом 60 хвилин.

Завдяки реалізації таких режимів отримуємо дифузійні шари із зовнішньою зміцненою зоною інтегральною мікротвердістю 21 ГПа та товщиною 210 мкм з розвинутою колонією боридів.

Зміцнення зразка зі сталі 45 (таблиця) здійснюється в два етапи. Спочатку наноситься хімічне покриття шляхом хімічного осадження в розчині, що містить, в г/л: сірчаноокислий кобальт - 15, сірчаноокислий нікель - 30, оцтовокислий натрій - 90, гіпофосфіт натрію - 30, хлористий амоній - 45, аміак - 50 мл, вода - решта. Час осадження сплаву при 90-95 °C-60 хв.

Після цього деталі поміщаються у реторту з порошковою сумішшю для дифузійного борування, в мас. %: карбід бору 55, карбід кремнію 30, тетраборат натрію 5, фторид натрію 3, кріоліт 7. Реторту поміщають у піч і здійснюють дифузійне насичення бором. Під час нагрівання реторти при досягненні температури 800 °C проводять півгодинну ізотермічну витримку, після чого її нагрівають до робочої температури 950 °C і насичення ведуть протягом 7 год.

Таблиця

№ п/п	Дифузійне насичення		Хімічне осадження		Товщина зміцненого шару, мкм	Інтегральна мікротвердість зміцненого шару, ГПа	Температура дифузійного насичення, °C	Час дифузійного насичення, год.
1	2	3	4		5	6	7	8
1	Карбід бору В ₄ С (мас. %) 55 Карбід кремнію SiC (мас. %) 30 Тетраборат натрію Na ₂ B ₄ O ₇ (мас. %) 5 Фторид натрію NaF (мас. %) 3 Кріоліт Na ₃ AlF ₆ (мас. %) 7		Сірчаноокислий кобальт (г/л) Сірчаноокислий нікель (г/л) Оцтовокислий натрій (г/л) Гіпофосфіт натрію (г/л) Хлористий амоній (г/л) Аміак мл Вода (мл)	15 30 90 30 45 50 решта	210	21	950	7
2	Карбід бору В ₄ С (мас. %) 58 Карбід кремнію SiC (мас. %) 33 Тетраборат натрію Na ₂ B ₄ O ₇ (мас. %) 4 Фторид натрію NaF (мас. %) 2 Кріоліт Na ₃ AlF ₆ (мас. %) 3		Сірчаноокислий кобальт (г/л) Сірчаноокислий нікель (г/л) Оцтовокислий натрій (г/л) Гіпофосфіт натрію (г/л) Хлористий амоній (г/л) Аміак мл Вода (мл)	20 35 100 35 50 60 решта	195	20	960	7
3	Карбід бору В ₄ С (мас. %) 50 Карбід кремнію SiC (мас. %) 27 Тетраборат натрію Na ₂ B ₄ O ₇ (мас. %) 7 Фторид натрію NaF (мас. %) 6 Кріоліт Na ₃ AlF ₆ (мас. %) 10		Сірчаноокислий кобальт (г/л) Сірчаноокислий нікель (г/л) Оцтовокислий натрій (г/л) Гіпофосфіт натрію (г/л) Хлористий амоній (г/л) Аміак мл Вода (мл)	10 25 80 25 40 40 решта	185	18,5	940	7

Джерело інформації:

1. АС 1731870 С23С 10/02, Бюл. № 17, 07.05.92. Способ получения дифузионно хромированного покрытия на железоуглеродистых сплавах. О.П. Стецькив, А.В. Манько, Р.С. Арабский.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 Спосіб комплексного борування деталей, який полягає в нанесенні на поверхню хімічного покриття з водного розчину, що містить гіпофосфіт натрію, аміак, сірчаноокислий нікель, солі натрію та кобальту, і дифузійному насиченні у порошковому середовищі, який **відрізняється** тим, що розчин містить як сіль кобальту сірчаноокислий кобальт, як сіль натрію - оцтовокислий натрій, і додатково містить хлористий амоній, при складі розчину, г/л:
- сірчаноокислий кобальт 10-20
сірчаноокислий нікель 25-35
оцтовокислий натрій 80-100

гіпофосфіт натрію	25-35
хлористий амоній	40-50
аміак	40-60 мл
вода	решта,

а хімічне покриття наносять при температурі 90-95 °С протягом 60 хвилин, після чого проводять семигодинне дифузійне борування в порошковій суміші з таким співвідношенням, мас. %:

карбід бору	50-58
карбід кремнію	27-33
тетраборат натрію	7-4
фторид натрію	6-2
кріоліт	10-3,

при температурі 940-960 °С, під час якого додатково при досягненні температури 800 °С проводять ізотермічну витримку протягом 60 хвилин.

5