



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **109189**

(13) **U**

(51) МПК

C23C 8/70 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 03094**

(22) Дата подання заявки: **25.03.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.08.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.08.2016, Бюл.№ 15**

(72) Винахідник(и):

**Лобода Петро Іванович (UA),
Чернега Світлана Михайлівна (UA),
Поляков Ігор Анатолійович (UA),
Красовський Михайло Олександрович
(UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ",
просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056 (UA)**

(54) СКЛАД ДЛЯ БОРОМІДНЕННЯ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ

(57) Реферат:

Склад для бороміднення сталевих виробів містить порошок міді та технічний карбід бору. В порошкову суміш для бороміднення додатково введено фторопласт. Як порошок міді використаний порошок фосфіду триміді (Cu_3P).

UA 109189 U

Корисна модель належить до хіміко-термічної обробки сталевих виробів, деталей і вузлів, що працюють в умовах зносу, і може бути використано в машинобудуванні, суднобудуванні, інструментальному виробництві та харчовій промисловості.

Відомим аналогом є склад для бороміднення залізовуглецевих сплавів, що містить, мас. %: технічного карбіду бору - $40 \div 44$, окис міді - $32 \div 40$, порошок міді - $2 \div 4$, фтористий натрій - $8 \div 12$, порошок титану - $8 \div 10$ [1].

Недоліками аналогом є низька мікротвердість та недостатньо висока зносостійкість залізовуглецевих сплавів.

Найближчим аналогом до корисної моделі є склад для бороміднення сталевих деталей, що містить, мас. %: технічний карбід бору - $85 \div 90$, порошок міді - $10 \div 15$ [2].

Недоліками найближчого аналога є невисока товщина покриття та недостатня зносостійкість деталей тому, що додавання до порошкової суміші порошку міді не призводить до утворення в сформованому боридному покритті окремих виділень фази міді, яка при зношуванні виконує роль твердого мастила.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення складу для бороміднення сталевих виробів, збільшення товщини покриття та підвищення зносостійкості сталевих виробів за рахунок введення порошку фосфіду триміді (Cu_3P).

Поставлена задача вирішується тим, що використовується склад для бороміднення сталевих виробів, що містить порошок міді та технічний карбід бору, згідно з корисною моделлю, в порошкову суміш для бороміднення додатково вводять фторопласт, а як порошок міді використаний порошок фосфіду триміді (Cu_3P), з наступним співвідношенням компонентів мас. %:

фосфід триміді	2-12
фторопласт	1-2
технічний карбід бору	решта.

Карбід бору - B_4C використовують у вигляді порошку технічної чистоти по ГОСТ 5744-74 у вигляді порошоків зернистістю 16 - M5 для шліфувального - полірувальних операцій; перший сорт містить: B_4C - 90-93 % по масі, B_2O_3 - 0,4-0,5 % по масі, $\text{C}_{\text{вільного}}$ - 5-10 % по масі. По твердості і абразивній здатності він перевершує всі абразивні матеріали, крім алмазу.

Процес насичення сталевих виробів бором відбувається таким чином: відновлення B_2O_3 (що входить до складу технічного B_4C) карбідом бору до субокису B_2O_2 :

$\text{B}_2\text{O}_3 + \text{B}_4\text{C} \rightleftharpoons \text{B}_2\text{O}_2 + \text{CO} + \text{B}_m\text{C}_n$ (1)
диспропорціювання B_2O_2 на поверхні сталевих виробів з утворенням атомарного бору:
 $3\text{B}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{B} + \text{B}_2\text{O}_3$ (2)
дифузія бору в глибокі шари сталевих виробів.

Формування активних атомів міді в результаті реакції відновлення із сполуки Cu_3P та за наявності локальних контактів рідкої фази B_2O_3 , яка входить до складу технічного карбіду бору, з металевою поверхнею, що насичується, відбувається локальна інтенсивна дифузія атомів міді в поверхневій шарі сталевих виробів, що призводить до утворення твердих розчинів заміщення $(\text{Fe}, \text{Cu})\text{B}$ та $(\text{Fe}, \text{Cu})_2\text{B}$, що супроводжується зміною періодів кристалічної решітки відповідних фаз та виділення окремих включень Cu в боридних фазах. Cu фаза підвищує зносостійкість боридних фаз за умов сухого тертя - ковзання, кочення тому, що включення Cu виконують роль твердого мастила, що призводить до зменшення інтенсивності зношування.

Приклад. Відшліфовані, знежирені в технічному спирті та просушені сталеві вироби зі сталі 45 розміщують в тиглі з нержавіючої сталі 10 × 18Н9Т і засипають порошковою сумішшю, що містить: 6 мас. % фосфіду триміді (Cu_3P), 1 мас. % фторопласту, 93 мас. % технічного карбіду бору (таблиця). Тиглі із запакованою в них порошковою сумішшю та сталевими виробами поміщають в попередньо нагріту до 970 °С піч та витримують протягом 4 годин. Потім тиглі дістають з печі, охолоджують до кімнатної температури і розпаковують.

Насичення боридів заліза міддю, отримане при введенні в порошкову суміш для борування фосфіду триміді (Cu_3P), приводить до збільшення товщини боридного покриття до 255 мкм, зменшення мікротвердості до 14,5 ГПа, що підвищує пластичність сталевих виробів. Крім того, введення в порошкову суміш для борування фосфіду триміді (Cu_3P) призводить до підвищення зносостійкості покриттів. Більша частина міді зосереджена в приповерхневій фазі. Розташування міді по перерізу боридного зерна не рівномірне: в тілі зерна концентрація міді менша ніж в зоні пор та по границях зерен. Зосередження міді в приповерхневій зоні та зоні пор сприяє зростанню зносостійкості покриттів на основі боридних фаз в 1,2-1,5 рази.

В таблиці представлені дані по зносостійкості, мікротвердості й товщині боридних покриттів в залежності від вмісту міді в порошковій суміші на сталі 45.

Таблиця

Зносостійкість, мікротвердість й товщина боридних
покриттів залежності від вмісту міді в порошковій суміші на сталі 45

№ п/п	Порошкова суміш			Товщина шару, мкм (T=975 °C, τ=4 год.)	Знос кг/м ²			Мікротвердість, ГПа	
					1 год.	3 год.	5 год.	FeB	Fe ₂ B
1	Найближчий аналог			200	0,00305	0,00755	0,00980	15±0,3	15±0,3
	10 % Cu	90 % B ₄ C							
2	12 % Cu	88 % B ₄ C		220	0,00350	0,00795	0,01050	15±0,3	14,5±0,3
3	15 % Cu	85 % B ₄ C		240	0,00400	0,00815	0,01100	15±0,3	13,5±0,3
4	Досліджені суміші			185	0,00505	0,00825	0,01155	18,5±0,3	15,5±0,3
	% Cu ₃ P (0)	% B ₄ C (100)	% фторопласту (0)						
5	2	97	1	240	0,00255	0,00575	0,00865	14,5±0,3	14±0,3
6	4	95	1	245	0,00210	0,00600	0,00770	14,5±0,3	14±0,3
7	6	93	1	250	0,00155	0,00550	0,00815	14,5±0,3	14±0,3
8	8	91	1	255	0,00150	0,00535	0,00855	15±0,3	14,5±0,3
9	10	89	1	255	0,00250	0,00650	0,00900	14,5±0,3	14±0,3
10	12	87	1	250	0,00225	0,00615	0,00875	14,5±0,3	14±0,3

Оптимальним складом є склад (% по масі):

фосфід триміді 2-12

фторопласт 1-2

технічний карбід бору решта.

Як видно з таблиці, застосування складу для бороміднення сталевих виробів підвищує товщину боридних покриттів. При цьому формується не тільки зона бориду заліза, але і перехідна зона. Наявність перехідної зони обумовлює плавне зниження твердості по товщині дифузійного шару від максимальних значень на поверхні, середніх значень в перехідній зоні і нижчих значень мікротвердості на межі перехідної зони і сталевий матриці. Такі покриття мають велику стійкість в умовах зносу і динамічних навантажень.

Таким чином застосування фосфиду триміді (Cu₃P) збільшує товщину покриттів, зменшує мікротвердість та підвищує зносостійкість покриттів.

Джерело інформації:

1. А. с. СССР № 1544840 "Склад для бороміднення залізвуглецевих сплавів", МКЛ С23С 9/04, опубл. 23.02.1990.

2. А. с. СССР № 724602 "Склад для бороміднення сталевих деталей", МКЛ² С23С 9/00, опубл. 30.03.1980.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Склад для бороміднення сталевих виробів, що містить порошок міді та технічний карбід бору, який **відрізняється** тим, що в порошкову суміш для бороміднення додатково введено фторопласт, а як порошок міді використаний порошок фосфиду триміді (Cu₃P), з наступним співвідношенням компонентів мас. %:

фосфід триміді 2-12

фторопласт 1-2

технічний карбід бору решта.

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601