



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28726 (13) A

(51) 6 C23C8/68

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СКЛАД ПОРОШКУ ДЛЯ БОРУВАННЯ СТАЛЕВИХ ТА ЧАВУННИХ ВИРОБІВ

(21) 97094485

(22) 03.09.1997

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Канарчук Вадим Євгенович, Барілович Леонід  
Павлович, Ткачук Володимир Микитович(73) УКРАЇНСЬКИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИ-  
ТЕТ /УТУ/

(57) Склад порошку для борування сталевих і чавунних виробів, який вміщує технічний карбід бору, буру, відрізняється тим, що він додатково містить фтористий літій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Карбід бору	72,5...77,5
Бура	12,5...17,5
Фтористий літій	7,5...12,5.

Винахід відноситься до металургії, а саме до складу порошоків для хіміко-термічної обробки металів, особливо до борування сталевих та чавунних деталей, і може бути використаний в автомобілях та тракторобудуванні і інших галузях машинобудування, а також у ремонтному виробництві.

У процесі борування відбувається дифузійне насичення поверхневого шару виробу (деталі), зануреної у боровмістке середовище у вигляді порошку. Проте, відомі склади порошоків є дуже складними, які мають багато кошових і дефіцитних компонентів (Р.Ж. Металлургия, № 4, 1991; Р.Ж. Металлургия, № 4, 1993), або низьку здатність насичення.

Найбільш близьким по технічній суті до даного винаходу є склад порошка для борування сталевих деталей (Металловедение и термообработка металлов, № 11, 1990), до якого входить: карбід бора, бура, фтористий натрій, при наступних співвідношеннях компонентів:

Карбід бора	65%
Бура	20%
Фтористий натрій	15%

Недоліком відомого складу є необхідність нагріву деталі до високої температури для одержання дифузійних процесів (950-1050°C), багатогодинна (5 годин) тривалість борування, що приводить до виникнення здебільш високобористої (крижкої) фази FeB з низькими корозійностійкістю та зносостійкістю у поверхневому шарі деталі, деформуванню деталі та виникненню мікротріщин. Крім цього, неоднакова глибина борування викликає додаткові напруги у деталі і до необхідності проведення термічної обробки (гартування) після борування. А це не завжди можливо (наприклад, для деталей вироблених із низьковуглецевих сталей).

Задачами винаходу є підвищення швидкості насичення поверхневого шару сталі бором, і на цій

основі збільшення кількості низькобористої, в'язкої, корозійностійкої і зносостійкої фази Fe<sub>2</sub>B, виключення термообробки сталі будь-якого хімічного складу, за рахунок утворення твердої та в'язкої структури борованого шару деталі; на цій основі суттєве зменшення внутрішніх напружень в поверхневому шарі і значне зменшення мікротріщин, а також виключення деформацій борованих деталей, особливо чавунних.

Цей технічний результат досягається тим, що порошок для безкисневого борування сталевих і чавунних виробів, який має боронасичуючі речовини карбід бору та буру, а як активізатор до складу порошка входить фтористий літій, при наступних оптимізованих середніх співвідношеннях компонентів, мас. %:

Карбід бору	72,5...77,5
Бура	12,5...17,5
Фтористий літій	7,5...12,5.

Порівняльний аналіз з прототипом дозволяє зробити висновок про те, що запропонований склад відрізняється від відомого запровадженням нового компонента, а саме, фтористого літія та збільшенням кількості карбіда бора.

Аналіз відомих порошоків для дифузійного борування свідчить, що деякі запроваджені в запропонований склад компоненти відомі, наприклад, карбід бора і бура. Проте їх застосування у цих порошках з фтористим натрієм не забезпечує такі властивості, які вони мають у запропонованому рішенні, а саме зменшення часу насичення борованого шару обумовленої товщини, виключення деформації деталі, одержання переважно низькобористої фази в поверхневому шарі деталі, який має високі антикорозійні, зносотійкі властивості, суттєве зниження кількості мікротріщин у борованому шарі.

Введення в склад бористих порошків фтористого літія забезпечує активізацію процесу виникнення іонів бору і сприяє упродовженню їх у поверхню метала деталі. Крім цього, запропоноване співвідношення компонентів у порошку, забезпечує зниження оптимальної температури дифузійного насичення сталі і, особливо, чавуну, при цьому збільшуючи імовірність утворення фази  $\text{Fe}_2\text{B}$ . Це приводить до зменшення імовірності утворення тріщин на поверхні деталі після борування у 4-6 раз.

Для визначення оптимального складу порошку проводили експериментальні дослідження дифузійним боруванням великої кількості деталей з різних сталей і чавунів в герметичних контейнерах.

Порошок визначеного складу одержували змішуванням компонентів і зпеченням їх при температурі не нижче  $800^\circ\text{C}$ .

Проведено борування деталей і зразків з низьковуглецевої, середньовуглецевої сталей і сірих чавунів (чавунів з пластинчатим графітом), а також ряд деталей з легованих сталей автотракторної техніки.

У табл. 1 приведені дані глибини борованого шару в залежності від різних співвідношень компонентів у порошку.

Як видно з табл. 1, найбільш оптимальний склад для досягнення найбільших результатів включає 75% карбіда бора, 19% бури і 10% фтористого літія.

З метою визначення якісного стану, виявлявся фазовий склад борованого шару. Наслідки дослідження фазового складу приведені у табл. 2.

Як видно з цієї таблиці, розроблений та приведений вище склад боридного порошка забезпечує одержання при боруванні максимальної кількості низькоборидної фази  $\text{Fe}_2\text{B}$ , яка надає високі експлуатаційні характеристики борованим деталям.

Введення фтористого літія ( $\text{LiF}$ ) у склад порошка у кількості 10% прискорює процес дифузії в металі у зв'язку із збільшенням кількості атомарного бору на поверхні деталі у процесі борування. У цьому випадку літій діє, як каталізатор, при дисоціації і розщепленні боровмістких речовин - карбіда бору і бури. Він забезпечує дуже високий рівень (біля 90%) відновленого, активізованого атомарного бору. Як видно із приведених вище результатів дослідження, збільшення або зменшення вмісту фтористого літію від оптимальної кількості погіршує результати дифузійного процесу.

Розроблений склад порошка для борування сталей і чавунних деталей, характеризується високою технологічністю в його одержанні і практичному застосуванні. При цьому не потрібно складного устаткування для виготовлення порошка, для борування деталей, для здійснення контролю за технологією борування. Високі фізико-механічні властивості металу деталей забезпечуються самою технологією борування.

Таблиця 1

Залежність товщини борованого шару сталевих і чавунних деталей від кількісного складу компонентів порошка

№ досліджень	Склад порошка, мас. %			Товщина борованого шару, мкм, за період процесу, год		
	Карбід бора	Бура	Фтористий літій	2	3	4
Деталі із низьковуглецевих сталей						
1	60	37,5	2,5	105	135	162
2	70	25	5	112	154	185
3	75	15	10	120	165	188
4	80	12,5	7,5	116	159	172
5	85	2,5	12,5	108	137	167
Деталі з середньовуглецевих сталей						
6	70	27,5	2,5	99	132	144
7	75	15	10	112	152	168
8	80	12,5	7,5	104	135	148
Деталі із чавунів						
9	70	25	5	176	290	319
10	75	15	10	198	360	369
11	80	12,5	7,5	180	310	325

Примітка: Температура борування для всіх сталей і чавунів становила  $930 \pm 10^\circ\text{C}$ .

Зміна фазового складу поверхні борованих сталевих і чавунних деталей в залежності від умов борування

№ до- слі- джен	Склад , мас. %			Кількість бористої фази,%, ^держаної за період борування,гой.					
	Карбід бора	Бура	Фторис- тий літій	Fe <sub>2</sub> B			FeB		
				2	3	4	2	3	4
Деталі із низьковуглецевих сталей									
1	60	37,5	2,5	63	71	68	37	29	32
2	70	25	5	66	74	72	34	26	28
3	75	15	10	75	83	82	25	17	18
4	80	12,5	7,5	71	82	78	29	18	22
5	85	2,5	12,5	68	77	73	32	23	27
Деталі із середньовуглецевих сталей									
6	70	27,5	2,5	68	78	73	32	22	27
7	75	15	10	72	85	81	28	25	19
8	80	12,5	7,5	69	75	73	31	25	27
Деталі із чавунів									
9	70	25	5	71	78	72	29	22	28
10	75	15	10	78	89	83	22	11	17
11	80	12,5	7,5	73	75	67	27	25	33

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22