



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32726 (13) A

(51) B C23C8/08, 10/58, 12/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОБРОБКИ ІЗ НІОБІЮ, ТАНТАЛУ ТА ЇХ СПЛАВІВ

(21) 98020981

(22) 25.02.1998

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Дзядикевич Юрій Володимирович, Кицкай Лю-  
бов Іванівна(73) Дзядикевич Юрій Володимирович, Кицкай Лю-  
бов Іванівна(57) Спосіб обробки виробів із ніобію, танталу та їх сплавів шляхом борування, який **відрізняється** тим, що вироби спочатку молібденують (вольфрамують), а потім борують у порошковій суміші, що містить мас. %:

карбід бору	- 40-80,
фтористий натрій	- 1,5-4,5,
марганець	- 3-7,
розріджувач	- решта.

Винахід відноситься до хіміко-термічної обробки металів і сплавів і може знайти застосування в атомній енергетиці, електронній промисловості, космічній та ракетній техніці.

З метою підвищення поверхневої твердості і стійкості проти спрацювання деталей машин використовують дифузійне насичення їх бором або бором і міддю, бором і молібденом, бором і вольфрамом. Серед різних способів насичення широке розповсюдження одержав порошок - насичення в суміші з наведеним плавкого затвору.

Відомий спосіб насичення тугоплавких металів у порошковій суміші, що містить карбід бора, інертний розріджувач і сіль борфтористоводневої кислоти, яка є активатором процесу (Л.А. Сосновский, А.П. Эпик, А.П. Крапля. Диффузионное борирование молибдена и ниобия в порошке карбида бора. // Порошковая металлургия. 1972, № 9. С. 75-78).

Відомо використання для борування виробів із металів і сплавів порошкового середовища, яке містить карбід бора, оксид алюмінію, фтористий активатор і 30 % порошку міді (А.с. № 482817, кл. C23C9/64, 1975). Уведення в суміш міді прискорює процес насичення і зменшує крихкість боридного шару.

До недоліків цих способів необхідно віднести: 1. вміст у суміші великої кількості фтористого активатора і забруднення стічних вод цією сполукою; 2. велика витрата дорогого металу /порошку міді/.

Найбільш близьким до описаного технічного результату є спосіб електролізного насичення сталених виробів у розплаві бури з добавками молібденово- або вольфрамвоокисного натрію в інтервалі температур 950-1100°C і густині струму від 0,05 до 0,55 А/см<sup>2</sup>. (Долманов Ф.В. Исследование одновременного насыщения железа и стали неко-

торыми элементами 3, 4, 5 и 6-й групп // Автореферат канд. дис. Минск. 1968). Цей спосіб дозволяє значно підвищити стійкість проти спрацювання чавуну і сталей, а також зменшує крихкість боридних шарів (прототип). Однак такий спосіб має ряд недоліків:

1) велика агресивність насичуючого розплаву призводить до виходу з ладу тигля;

2) матеріал тигля розчинюється в розплаві, внаслідок чого відбуваються реакції, що гальмують процес насичення;

3) неможливо оптимізувати технологію насичення.

Мета винаходу - підвищення стійкості проти спрацювання виробів із ніобію, танталу та їх сплавів.

Поставлена мета досягається тим, що вироби спочатку молібденують або вольфрамують, а потім насичують їх бором у порошковій суміші, яка містить (мас. %): карбід бора 40-83, фтористий натрій - 1,5-4,5, марганець 3-7, розріджувач - решта.

Спосіб реалізують таким чином. Із прокату ніобію марки 5ВМЦ-1 (ТУ 48-1303-070-73) і танталу марки ТВЧ-1 (РЭТУ 1245-67) виготовляли зразки розміром 10x10x2 мм, які попередньо молібденували (вольфрамували) відповідно до технологічних регламентів, запропонованих у заявці на винахід (Ю.В. Дзядикевич, Л.І. Кицкай. Порошкова суміш для молібденування виробів із ніобію і танталу, № 98010053 від 06.01.1998 р. і "Склад суміші для вольфрамуння виробів із ніобію і танталу", № 98010054 від 06.01.1998 р.).

Борування попередньо молібденованих (вольфраміваних) зразків із використанням заявленого складу насичуючої суміші проводять у контейнерах (ящиках) із жаростійкого сплаву, який гермети-

(19) UA (11) 32726 (13) A

зується плавким затвором. Контейнер має будь-який переріз і розміри його залежать від розмірів і кількості виробів із ніобію і танталу.

Для насичення використовували порошок карбід бора В4С (ГОСТ 5744-74), фтористого натрію (ГОСТ 4463-66), марганцю (ГОСТ 6008-71) і оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) марки ГОО (ГОСТ 6912-74). Зернистість порошоків знаходилась в межах 40-100 мкм.

При початковому використанні порошкової суміші всі компоненти змішують між собою з метою одержання однорідної маси.

Перед проведенням процесу борування контейнер упаковують у такій послідовності.

На дно контейнера засипали однорідну суміш компонентів товщиною  $30 \pm 5$  мм, а потім вставляли зразки, віддаль між якими складала 7-10 мм, а до стінок контейнера -  $15 \pm 5$  мм. Встановлені зразки повністю засипали сумішшю з одночасним її ущільненням, товщина шару суміші над зразками -  $40 \pm 5$  мм. Після укладання суміші контейнер герметизували шляхом наведення плавкого затвору. Запакований контейнер поміщали в термічну піч нагріту до  $1050^\circ C$ , процес триває 6 годин.

Компоненти порошкової суміші виконують такі функції. Карбід бора В4С - боруючий агент. Фтористий натрій NaF - активатор процесу насичення. Марганець і бор утворюють легкоплавку евтектику при  $1020^\circ C$ .

Інертний розріджувач ( $Al_2O_3$ ) запобігає спіканню суміші і припикання її до поверхні металу.

При нагріванні контейнера відбувається взаємодія карбід бора з борним ангідридом із утворенням субоксиду бора  $B_2O_2$ , який переносить бор до поверхні металу. З другого боку, марганець і бор утворюють легкоплавку евтектику, яка розтікається по поверхні металу і процес насичення відбувається фактично із розплаву. Таким чином, поєднання кисневого транспорту бора і легкоплавкої евтектики сприяє процесу борування ніобію і танталу. По закінченню процесу борування контейнер охолоджують, розпаковують і відокремлюють на ситі порошкову суміш від борованих виробів. Боридне покриття щільне, добре зчеплене з основою, не має тріщин і сколів. З допомогою мікроско-

пектрального аналізу встановлено, що на ніобії і танталі утворюється боридна фаза MeB, яка містить від 20 до 50% молібдену (вольфрам).

Постійну активність заявленого складу суміші підтримують перед кожним її повторним використанням шляхом добавки 10% карбід бору, 3% NaF і 1% марганцю. Постійну активність суміші підтримують протягом 10-12-кратного її використання.

Використовували такі склади боруючої порошкової суміші, мас. %:

а) карбід бора - 40; фтористий натрій - 1,5; марганець - 3; оксид алюмінію - решта.

б) карбід бора - 60; фтористий натрій - 3; марганець - 5; оксид алюмінію - решта.

в) карбід бора - 80; фтористий натрій - 4,5; марганець - 7; оксид алюмінію - решта.

Товщина шару боридного покриття представлена в таблиці 1.

Використання інгредієнтів нижче заявлених значень зменшує товщину покриття, а підвищення їх вмісту призводить до погіршення якості покриття (появляються тріщини, сколи, відшаровування від основи), спостерігається спікання суміші.

Випробування на спрацювання в умовах тертя ковзання проводили на машині МИ-1, на якій зразки працювали в парі з секторами (дуга обхвату 22,2 мм) із загартованої сталі ШХ 15 при швидкості обертання шпинделя 420 об/хв і навантаженості 245 Н. Спрацювання оцінювали по втраті маси, мг (табл.2).

Таким чином, використання запропонованого способу в 2 рази підвищує стійкість проти спрацювання борованих деталей.

Заявлений об'єкт має такі переваги порівняно з прототипом: значно підвищується насичувальна здатність суміші і в 2 рази підвищується стійкість проти спрацювання борованих виробів.

Спосіб обробки виробів із ніобію і танталу та їх сплавів може застосовуватися для поверхневого зміцнення різного типу конструкційних елементів спеціального призначення, наприклад, деталей та вузлів літальних апаратів, які використовуються у ракетній та космічній техніці.

Таблиця 1

Метал	Товщина шару покриття, мкм		
	"а"	"б"	"в"
ніобій	45	60	80
тантал	40	50	65

Таблиця 2

метал	Товщина покриття, мкм, "б"	Втрата маси, мг, після 2x104 обертів	прототип	
			товщина покриття, мкм	Втрата маси, мг, після 2x104 обертів
ніобій	60	1,2	55	2,8
тантал	50	1,4	45	2,7

---

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

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

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

---