



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36515 (13) A

(51) 6 B22F3/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА  
ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ІЗ ПОРОШКІВ ВИРОБІВ, ЯКІ МІСТЯТЬ БРОНЗУ

(21) 99127168

(22) 28.12.1999

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Гарбовицька Тетяна Григорівна, Каролінський  
Олександр Матусович, Кібець Віталій Іванович(73) Харківський Національний університет ім. В.Н.  
Каразіна(57) 1. Спосіб виготовлення із порошків виробів, які  
містять бронзу, який включає в себе приготування

шихти із вхідних компонентів, холодне пресування заготовки, її нагрівання та гарячу допресовку; **відрізняється** тим, що одним із вхідних компонентів використовують попередньо подрібнений крихкий сплав, що містить олово, нагрівають заготовку до температури 450-600°C та гарячу допресовку здійснюють при цих температурах.

2. Спосіб по пункту 1 **відрізняється** тим, що використовують попередньо подрібнений крихкий сплав, що містить олово, з середнім розміром частинок близько 2 мкм.

Винахід відноситься до області порошкової металургії, зокрема виготовлення виробів, до складу яких входить бронза, і може бути використаний при виробництві виробів з антифрикційних, фрикційних та інших композиційних матеріалів, а також високоточних конструкційних деталей складної форми.

В порошковій металургії при виготовленні виробів із металевих порошкових сплавів, зокрема тих, які містять бронзу, найбільш поширений спосіб вільного спікання. Цей спосіб включає в себе підготовку шихти, змішуванням вихідних порошкових компонентів, холодне пресування заготовки та її спікання в захисній або відновлювальній атмосфері. Спікання бронзових сплавів, які являються основою різноманітних порошкових виробів проводять при температурах від 700 до 800°C протягом майже 1 години [Pulwemetallurgie, Sinter-und Verbundwerkstoffe. Hrsg. Von W.Schatt, Heidelberg, 1986]. Цей спосіб; досить технологічний, особливо при багатосерійному виробництві, але він досить енергоємний (розігрівання та ізотермічний відпал при  $T = 700-800^{\circ}\text{C}$ ). Крім того, в деяких випадках, коли ставляться високі вимоги до точності розмірів та форми деталей, до густини, міцності та твердості, цей спосіб непридатний. В цих випадках застосовується спосіб гарячого пресування.

Спосіб гарячого пресування виробів із порошкових бронзових сплавів відомий давно і за роки його використання не зазнав суттєвих змін. В промисловості головним чином використовується спосіб гарячого пресування для одержання різноманітних композиційних матеріалів на основі бронзи у зв'язку з тим, що введення в шихту домішок різних типів дозволяє змінювати в широкому діапазоні

структурні, фізичні та механічні властивості пресованих порошкових композитів. Таким чином можна мати матеріали та вироби з них з широким спектром функціональних призначень. При цьому, для конкретних порошкових виробів найбільш суттєвими є такі параметри бронзової основи як фазовий склад, густина та твердість.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб гарячого пресування, який широко застосовується при виготовленні виробів з композицій на основі бронзи [Э.Д.Кизиков, Е.Б.Верник, Н.С.Кошевой. Алмазно-металлические композиции.— Киев, 1988.— 25с.].

Цей спосіб включає в себе приготування шихти змішуванням порошків вихідних компонентів міді та олова з можливим додаванням металічних або неметалічних домішок, холодне пресування суміші в заготовку, її нагрівання до певної температури в області 750°C, потім ізотермічне спікання від 30 до 60 хвилин і заключне гаряче пресування при цій температурі під тиском понад 100 МПа.

Недоліками цього способу є висока енергоємність та тривалість, необхідність застосування спеціальних жароміцних сплавів для технологічного обладнання і неможливість використання домішок, які не витримують високої температури процесу. Висока енергоємність одержання виробів за відомим способом обумовлена нагріванням холоднопресованої заготовки до температури  $\approx 750^{\circ}\text{C}$  та часом спікання від 30 до 60 хвилин при цій температурі. Такий температурний режим потрібен для того, щоб пройшов процес гомогенізації, тобто, щоб сформувався відповідний фазовий склад бронзового порошкового сплаву, необхідний для виробів даного типу. При використанні міді і олова,

як основних компонентів шихти, фазовий склад, що формується, обумовлений потоками взаємної дифузії та обмежується, головним чином, дифузійними потоками у високоплавкій компоненті (Cu). Зниження температури гарячого пресування уповільнює дифузійні процеси і за час температурної обробки за відомим способом при більш низьких температурах потрібний фазовий склад порошкової бронзи не формується. З цієї причини одержання порошкових композитів з відповідними характеристиками за відомим способом потребує (довгого за часом) ізотермічного відпалу при високій температурі. Це збільшує енергозатрати.

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб виготовлення із порошків виробів, які містять бронзу, що дозволяє знизити енерговитрати та час процесу, не знижуючи характеристик порошкової бронзи, суттєвих, для даного виду виробів. Зниження енергоємності може бути досягнуто, перш за все, за рахунок зниження температури гарячого пресування та часу ізотермічного відпалу заготовки.

Вирішення поставленої задачі забезпечується тим, що в способі виготовлення із порошків виробів, що містять бронзу, який включає в себе приготування шихти із вихідних компонентів, холодне пресування заготовки, її нагрівання та гарячу допресовку, згідно з винаходом, одним із вихідних компонентів використовують попередньо подрібнений крихкий сплав, що містить олово, нагрівають заготовку до температури 450-600°C та гарячу допресовку здійснюють при цих температурах.

Вирішення поставленої задачі за допомогою запропонованого способу, при забезпеченні якості виробу, стає можливим за наступних причин. Значно більш твердіші, в порівнянні з оловом і міддю, частинки крихкого сплаву, що містить олово, у процесі холодного пресування деформують порошок міді так, що в них виникає велика кількість дефектів (дислокації, мікротріщини та інші), а також відкриваються ювенільні поверхні. Це значно полегшує взаємну дифузію компонентів, необхідну для гомогенізації бронзового сплаву. Завдяки своїй крихкості компонента, що містить олово, легко подрібнюється. Зокрема, за допомогою дезінтегратора досить великі порошок міді подрібнюється до середнього розміру частинок понад 2 мкм. Використання такого дрібного порошку дозволяє шляхом простого перемішування одержати суміш з однорідним розподілом компонентів. Це надає структурі одержаного сплаву макроскопічну однорідність. Крім того, використання подрібненого порошку підвищує загальну площу контактів між крупними дендритними частинками міді до 40 мкм) та дрібними частинками компоненту, що містить олово. Це, в свою чергу, збільшує фронт взаємної дифузії. Нарешті, застосування подрібненого сплаву, що містить олово, замість чистого олова дає з самого початку більш високий рівень гомогенізації в порівнянні з відомим способом.

В результаті зазначених причин відповідний фазовий склад формується впродовж декількох хвилин при температурах від 450 до 600°C і гаряче допресування виробів можна здійснювати при цих температурах, що на 150-300°C нижче, ніж за відомим способом. Виключається також стадія ізотермічної витримки при високих температурах.

Тиск холодного та гарячого пресування змінюється в широких межах від 40 до 200 МПа, в залежності від складу композиту та призначення і геометрії виробу.

Винахід наглядно пояснюється наступними прикладами. У наведених нижче прикладах використовувався електролітичний порошок міді з середнім розміром частинок менше 40 мкм і крихкий порошок сплаву, що містить олово, який був оброблений в дезінтеграторі з 4-х рядним ротором при швидкості обертання 15000 об/хв. Середній розмір частинок порошку після такої обробки становив близько 2 мкм.

Приклад 1. Виготовлення спечених підшипників ковзання.

Порошки міді, сплаву (50%Sn, 50% Sb) та графіту змішують у пропорції, необхідній для одержання складу (78% Cu, 9% Sn, 9% Sb, 4% C) засипають у прес-форму, пресують під тиском 120 МПа та вміщують у піч. При досягненні температури в прес-формі 550°C здійснюють допресовку під тиском 80 МПа. Після охолодження прес-форми, із неї випресовують бронзографітовий підшипник. Він має точні розміри, пористість менш 2%, твердість 100 НВ та коефіцієнт тертя по сталі дорівнює 0,1. Такі підшипники можуть використовуватися при великих навантаженнях в різних середовищах.

Приклад 2. Виготовлення високоточних конструкційних деталей складної форми.

Порошки міді і сплаву (40%Cu, 59,4% Sn, 0,6% P) змішують у пропорції, необхідній для одержання складу (89,9%Cu, 10% Sn, 0,1% P)Б засипають у прес-форму, пресують під тиском 120 МПа та вміщують у піч. При досягненні температури 450°C здійснюють допресовку під тиском 100 МПа. Після охолодження прес-форми до  $T=100^{\circ}\text{C}$ , із неї випресовують готовий виріб. Він має точні розміри, пористість близько 2% і якість поверхні таку ж саму, як якість внутрішніх поверхонь прес-форми. Таким чином можна виробляти деталі з отворами складних геометричних форм, що не завжди можливо за допомогою механічної обробки.

Для усіх порошкових виробів найбільш суттєвими є такі властивості порошкових композитів як міцність, твердість та густина (пористість). Вони, в першу чергу, залежать від структури та властивостей основи композитів – порошкового бронзового сплаву. Порівняння найбільш важливих характеристик порошкової бронзи (Cu85 Sn15), одержаної відомим способом та тим, що пропонується, наведені в таблиці. Тиск холодного пресування і гарячої допресовки для усіх випадків був 100 МПа.

Легко побачити, що при низьких температурах характеристики бронзового сплаву, одержаного відомим способом, значно погіршуються. У складі сплаву заявляється значна кількість чистої міді, що говорить про незавершеність процесу гомогенізації. Значно знижуються твердість та густина сплаву. Спосіб, що заявляється, дозволяє при більш низьких температурах одержувати порошкову бронзу з характеристиками, які перевершують характеристики сплаву, одержаного традиційним способом.

Зниження температури нижче 450°C веде до значного погіршення складу та властивостей порошкової бронзи, а підвищення температури за 600°C – до непродуктивних витрат енергії.

Використання запропонованого способу дозволяє знизити енерговитрати, скоротити час процесу одержання порошкового виробу, використовувати прес-форми з більш дешевих сталей і підвищити строк їх роботи, а при використанні графітових прес-форм – відмовитися від захисної атмо-

сфери. При цьому забезпечується висока якість виробу. Крім того, зниження температури процесу гарячого пресування дозволяє використовувати навіть ті домішки, які не витримують температури більше 600°C.

Таблиця

Спосіб	Температура гарячої допресовки (°C)	Основні фази одержаного сплаву	Твердість (НВ)	Густина (% від теоретичної)
Прототип	750	$\alpha, \delta$	89	98,9
-//-	570	Cu, $\delta$ , незн. кільк. $\alpha$	72	91,1
-//-	450	Cu, $\delta$ , незн. кільк. $\delta$	66	78,9
Що заявляється	650	$\alpha, \delta$	99	99,9
-//-	600	$\alpha, \delta$	98	99,8
-//-	520	$\alpha, \delta$ , незн. кільк. Cu	95	97,5
-//-	450	$\alpha, \delta$ , незн. кільк. Cu	88	97,0
-//-	400	C, $\epsilon$ , незн. кільк. $\delta$	65	88,2

---

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

---