



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84516** (13) **C2**  
(51) **МПК (2006)****B22F 1/00**  
**B22F 9/02**  
**B22F 9/06**  
**B22F 9/08**  
**C22C 1/02**  
**C22C 1/05**  
**C22C 1/10**  
**C22C 9/00**  
**C22C 32/00**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

**(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ РОЗПИЛЕНОГО ДИСПЕРСНОЗМІЦНЕНОГО ПОРОШКУ НА МІДНІЙ ОСНОВІ**

1

**(21)** а200710237**(22)** 14.09.2007**(24)** 27.10.2008**(46)** 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.**(72)** БОГАТОВ ОЛЕКСІЙ СЕРГІЙОВИЧ, UA, КІРІЄВСЬКИЙ БОРИС АБРАМОВИЧ, UA, МЕЛЕШКО ІГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, САХНЕНКО ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, САХНЕНКО СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ХРИСТЕНКО ВАДИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA**(73)** БОГАТОВ ОЛЕКСІЙ СЕРГІЙОВИЧ, UA, КІРІЄВСЬКИЙ БОРИС АБРАМОВИЧ, UA, МЕЛЕШКО ІГОР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, САХНЕНКО ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, САХНЕНКО СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ХРИСТЕНКО ВАДИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA**(56)** SU, 990 415, A, 23.01.1983

SU, 1 748 949, A1, 23.07.1992

UA, 61 959, C2, 15.03.2001

UA, 62 897, A, 15.12.2003

RU, 2 058 219, C1, 20.04.1996

RU, 2 064 368, C1, 27.07.1996

EP, 0 229 077, B1, 31.12.1986

US, 3 993 478, A, 23.11.1976

2

US, 4 540 546, A, 10.09.1985

JP, 58-204106, A, 28.11.1983

JP, 09-059726, A, 04.03.1997

**(57)** 1. Спосіб одержання розпиленого дисперсно-зміцненого порошку на мідній основі, який включає операції одержання розплавленої суміші міді і домішок та розпилення одержаного розплаву в порошок, який **відрізняється** тим, що в розплав міді вводять домішки, що обмежено розчиняють в вказаному розплаві, розплав нагрівають на 50-150°C вище температури плавлення домішок та витримують розплав в печі при постійному перемішуванні до повного їх розчинення.2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як домішки в розплав міді вводять сплав Fe-Cr-C.3. Спосіб за будь-яким з пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що домішки вводять в розплав міді в кількості 3-10мас.%.  
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що домішки і мідь розплавляють одночасно.5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що після одержання розплаву міді на поверхню його дзеркала наводять покривний флюс.

Винахід відноситься до галузі порошкової металургії, зокрема, до способів одержання дисперснозміцнених порошків на мідній основі методом розпилення, які можуть бути використані при виготовленні композиційних матеріалів для різних галузей техніки, у тому числі, в енергетиці, електротехніці, машинобудуванні та інші.

Відомий спосіб одержання дисперснозміцнених порошків методом розпилювання різних спла-

вів по [а.с. СРСР №1748949, B22F9/10, який опублікований в БИ №10, 1992р.], по якому в розпилюваний розплав вводять лігатуру в кількості 50-90%, попередньо екструдовану при 100-400°C. Недоліком цього способу є наявність енергомиської та трудоакратної додаткової операції екструдування лігатури, яка додатково вимагає спеціального обладнання та оснастки.

**C2**  
(13)**84516**  
(11)**UA**  
(19)

Найбільш близьким до рішення, яке заявляється, є спосіб одержання дисперснозміцненого оксидом металу порошкового мідного сплаву по [заявці Японії №58-204106, B22F1/00, який опублікований в ИСМ №7, 1990р.].

В способі диспергування оксиду металу в міді чи мідному сплаві при температурах, які перевищують температуру плавлення міді та мідного сплаву, в розплав мідного сплаву, додають оксид міді 1 чи оксид міді 2, далі провадять селективне окислення легуючої домішки, механічне перемішування розплаву та розпилення дисперснозміцнених порошків мідного сплаву, який вміщує 0,1-5% легуючих домішок в перерахунку на оксид.

Недоліками даного способу є наявність операції окислення легуючих домішок Al, Si чи Sn оксидами Cu, які вводять в розплав міді чи мідного сплаву, при цьому, важко отримати рівномірний розподіл в розплаві окислюючих домішок і, таким чином, утворених дисперснозміцнених оксидів Al, Si чи Sn в розпиленому порошок. Одночасно, неоднорідність розподілу цих оксидів в розплаві усядає отриманим порошком, внаслідок чого неоднорідна і структура, та зв'язані з нею фізико-механічні характеристики, як порошкового матеріалу, так і виробів з нього.

Завдання, яке вирішується теперішнім винаходом, полягає в розробці способу одержання дисперснозміцнених порошків на основі міді з однорідно розподіленими в кожній частці дисперсними включеннями.

Матеріали та вироби з таких порошків володіють підвищеними механічними та триботехнічними характеристиками при високих тепло- та електропровідності.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб одержання розпиленого дисперснозміцненого порошку на мідній основі, який включає операції одержання розплавленої суміші міді і домішок та розпилення одержаного розплаву у порошок, і відрізняється тим, що згідно винаходу, домішки обмежено розчиняють в розплав міді, розплав нагрівають на 50-150°C вище температури плавлення домішок, та витримують розплав в печі при постійному перемішуванні до повного розчинення. Спосіб також відрізняється тим, що в якості домішки в розплав міді вводять сплав Fe-Cr-C в кількості 3-10мас%. Крім того, спосіб відрізняється тим, що мідь і домішки розплавляють одночасно, а також тим, що після одержання розплаву на поверхню дзеркала розплаву міді, наводять покровний флюс після введення домішки.

Спосіб, який заявляється, дозволяє отримувати дисперснозміцнені порошки на мідній основі з однорідно розподіленими в кожній частці дисперсними включеннями, за рахунок дисперсного зміцнення міді чи мідних сплавів дисперсними частками, які утворюються в рідинному розплаві, внаслідок емульгування розплаву. В якості дисперсних зміцнюючих добавок використовують сплави, які характеризуються обмеженою розчинністю в рідинній міді, наприклад, сплав системи Fe-Cr-C.

В даному способі, утворення зміцнюючих включень в розплаві, тобто, джерелом фази, яку зміцнюють, є розплав, а компоненти, які складають

основу зміцнюючої фази, мають мінімальну розчинність та дифузійну рухливість в мідній матриці і це зберігається, як в діапазоні температур рідкого стану, так і в твердофазному стані матеріалу. Отримання однорідних дисперсних включень досягається в емульсії при температурі, яка вище температури незмішування, тобто, температури біноделі. Однак, досягнення таких високих температур зв'язано з рядом металургійних труднощів, наприклад, стійкість футеровки, підвищена витрата електроенергії та інше. При постійному перемішуванні розплаву, можливо зниження температури розпилення до значень на 50-150°C вище температури плавлення домішки. Зниження температури розпилення нижче вказаної неможливо, так як в зв'язку з неоднорідністю температурного поля в об'ємі плавильної пічі, а також втратою температури при переливі розплаву в ковші, можлива поява крупних твердих включень, що суттєво знижує дисперсність та однорідність їх розподілу. Перегрів вище 150°C температури і плавлення домішки, спричиняє до збільшення витрат електроенергії без помітного поліпшення параметрів зміцнюючої фази. При вводит менш ніж 3% домішки, не забезпечується необхідне зміцнення міді, а при вводит більш 10%, утворюються великі зміцнюючі включення.

Розмір та розподіл в розплаві включень наслідують структурою розпилених порошків, а наявність їх, в тому числі, і на поверхні диспергуємих капель, підвищує в'язкість розплаву, що сприяє утворенню часток зернистої форми. Перевагами способу, який заявляється, є:

- висока економічність та простота здійснення способу отримання порошків міді та її сплавів, зміцнених дисперсними домішками;
- підвищені фізико-технологічні характеристики порошків, які забезпечуються дисперсністю зміцнюючих часток та високою ступінню однорідності їх розподілу в частках порошку;
- підвищена пресуємість (ущільненість), яка визначається зернистою формою часток та наявністю на їх поверхні зміцнюючої фази.

Загальними ознаками прототипу та винаходу є операції одержання розплавлення суміші міді і домішок та розпилення одержаного розплаву у порошок.

Відмінними ознаками є те, що домішки обмежено розчиняють в розплав міді, розплав нагрівають на 50-150°C вище температури плавлення домішок, та витримують розплав в печі при постійному перемішуванні до повного розчинення, в якості домішки в розплав міді вводять сплав Fe-Cr-C в кількості 3-10мас%. Крім того, мідь і домішки розплавляють одночасно, а на поверхню дзеркала розплаву міді наводять покровний флюс після введення домішки.

Вказані ознаки є суттєвими, так як порівняння рішення, яке заявляється з іншими відомими технічними рішеннями в даній галузі техніки, не дозволило знайти в них ознаки, які аналогічні рішенню, яке заявляється.

Критеріями оцінки способу є слідуючі фізико-технологічні характеристики порошку:

- насипна густина, яка визначалась згідно ISO 3923;  
 - плинність, яка визначалась згідно ISO 4490;  
 - пресуємость, яка визначалась згідно ISO 3927

- форма часток, розподіл та розмір дисперсної фази, які визначались на скануючому мікроскопі Стереоскан з аналізатором Хітачі.

Суть винаходу полягає у наступному:

В об'єм графітового тиглю індукційної плавильної пічі вводять мідь, яку розплавляють, а потім додають дисперснозміцнюючу домішку, наприклад, сплав системи Fe-Cr-C (хромистий чавун). Після повного отримання розплаву, наводять покровний флюс, наприклад  $\text{SiO}_2$ . Можливо вводити хромистий чавун в піч разом з міддю. Отриманий розплав нагрівають до температури 1440-1590°C, що на 50-150° вище температури плавлення домішки, видаляють флюс та провадять розпил порошку.

Приклад здійснення винаходу

1. В ванну з рідкою міддю загрузають куски хромистого чавуну, попередньо розрізаного на куски розміром приблизно (100x100x100)мм, в кількості до 6,5мас.%. Після нагріву до температури 1515°C, та витримки на протязі 10-15хв., що визначається повним розплавленням домішки при постійному індукційному та механічному перемішуванні, розплав розпилюють до отримання порошку.

Фізико-технологічні параметри отриманого порошку наступні: насипна густина - 3,4г/см<sup>3</sup>, плинність - 38,5с<sup>-1</sup>, пресуємість (ущільненість) при Р=4,0 МПа-79,5%, форма часток - зерниста, розподіл дисперсної фази-однорідний, розмір дисперсної фази-1-5мкм.

2. В ванну загрузають суміш лому міді і кусків хромистого чавуну, попередньо розрізаного на куски розміром приблизно (100x100x100)мм в кількості 10мас.%. Після нагріву до температури 1590°C, та витримки на протязі 10-15хв., що визначається повним розплавленням суміші при постійному індукційному та механічному перемішуванні, розплав розпилюють у порошок.

Фізико-технологічні параметри отриманого порошку наступні: насипна густина - 3,5г/см<sup>3</sup>, плинність - 39,0с<sup>-1</sup>, пресуємість (ущільненість) при Р=4,0МПа-82,0%, форма часток - зерниста, розподіл дисперсної фази - однорідний, розмір дисперсної фази - 1-5мкм.

Інші приклади здійснення способу показані в таблиці.

Аналіз наведених в таблиці даних показує, що запропонований економічний та простий в реалізації спосіб, дозволяє отримувати дисперснозміцнені порошки на мідній основі з підвищеними фізико-технологічними характеристиками, а саме, достатньою насипною густиною, а перевершені в зрівнянні з прототипом характеристики плинності та ущільненості, а також зерниста форма часток порошку з рівномірним розподілом зміцнюючої фази розміром 1-5мкм, зумовлює достатню формуємість порошків, в тому числі, і на автоматичних лініях.

Запропонований спосіб дозволяє одержувати цілий ряд композиційних дисперснозміцнених порошків та на їх основі матеріали та вироби конструкційного, антифрикційного, ущільнюючого, контактного та іншого призначень з експлуатаційними характеристиками, які перевершують існуючі аналоги.

Таблиця

№	Состав порошків, мас. %		Технологічні характеристики порошків			Структурні характеристики порошків		
	Основа, Cu	Дисперсна фаза, Fe-Cr-C	Насипна густина, г/см <sup>3</sup>	Плинність, с <sup>-1</sup>	Ущільненість, γ, %	Форма часток	Дисперсна фаза	
							Розподіл	Розмір, мкм
1	-/-	2,5	3,20	36	75,0	сферична	неоднорідний	1-8
2	-/-	3,0	3,35	37-38	76,5	зерниста	однорідний	1-3
3	-/-	6,5	3,40	38,5	79,5	зерниста	однорідний	1-5
4	-/-	10	3,50	39	82,0	зерниста	однорідний	1-5
5	-/-	11	3,55	40	82,2	вузловата	однорідний	1-10
6	Cu (прототип)	3% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,80	28	65,0	сферична	неоднорідний	1-10