



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62897 (13) A

(51) 7 B22F9/00, B22F9/02

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

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОРОШКІВ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2002129772

(22) 06 12 2002

(24) 15 12 2003

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р.

(72) Блохін Олександр Григорович, Грекова Марія  
Олександрівна, Колесніченко Ганна Олександрівна(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІ-  
ВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ(57) 1 Спосіб одержання металевих порошків, що  
полягає у відцентровому розпиленні розплаву, що  
подається у розпилювач під напором, який відрі-  
зняється тим, що процес здійснюють за допомогою  
утворення безпліч механічних контактів електрода,  
що витрачається, з поверхнею обертання, причо-му електричний розряд, що виникає при замиканні,  
оплавляє контактуючі поверхні та викидає момен-  
тально охолоджений розплав під дією сили елект-  
ричного імпульсу і скидальних дотичних напру-  
жень2 Пристрій для одержання металевих порошків,  
що містить плавитель, механізм подавання і роз-  
пилювач, який відрізняється тим, що пристрій  
обладнано диском і електродами, що витрачають-  
ся, причому електроди, що витрачаються, встано-  
влюють поза зоною виходу готового продукту на  
відстані, обумовленій швидкістю обертання диска,  
та відстані встановлення його від центра, а пода-  
вання електродів регулюють виникаючою зміною  
опору в електричному ланцюзі

Винахід відноситься до області порошкової  
металургії, зокрема, до одержання металевих по-  
рошків розпиленням і може бути використаний в  
переробці відходів металургійного і машинобудів-  
ного виробництва

Відомо спосіб одержання металевих порошків,  
що являє собою відцентрове розпилення розпла-  
ву, причому розплав подають у розпилювач танге-  
нціально під напором 1,5-5,0 атмосфер. Цей спо-  
сіб обрано за прототип [1]

Недоліком відомого способу є велика витрата  
теплової енергії при підготовці до розпилення роз-  
плаву

В основу винаходу поставлено задачу удоско-  
налення способу одержання металевих порошків  
шляхом того, що процес здійснюють за допомогою  
утворення безпліч механічних контактів електрода,  
що витрачається, з поверхнею обертання, що при-  
веде до одержання металевих порошків дисперс-  
ністю від 10 до 25 мкм зі стабільними характе-  
ристиками

Зазначена задача досягається тим, що в спо-  
собі одержання металевих порошків, що полягає у  
відцентровому розпиленні розплаву, що подається  
у розпилювач під напором, згідно винаходу, про-  
цес здійснюють за допомогою утворення безпліч  
механічних контактів електрода, що витрачається,  
з поверхнею обертання, причому електричний

розряд, що виникає при замиканні, оплавляє кон-  
тактуючі поверхні, викидає моментально охоло-  
джений розплав під дією сили електричного імпу-  
лсу і скидальних дотичних напружень

Відомо пристрій для одержання металевих  
порошків, що містить плавитель, механізм пода-  
вання розплаву і розпилювач. Цей пристрій обра-  
но за прототип [1]

Недоліком відомого пристрою є камера, вико-  
нана у вигляді вертикальної циліндричної відкритої  
знизу камери, що приводить до нестабільності  
розмірів одержуваних порошків і до великих втрат  
теплової енергії

В основу винаходу поставлено задачу удоско-  
налення пристрою для одержання металевих по-  
рошків шляхом того, що воно забезпечено диском  
і електродами, що приводить до спрощення одер-  
жання сферичних порошків розміром до 25 мкм із  
регульованою дисперсністю

Зазначена задача досягається тим, що при-  
стрій для одержання металевих порошків, що мі-  
стить плавитель, механізм подавання розплаву і  
розпилювач, згідно винаходу, пристрій постачено  
диском і електродами, що витрачаються, причому  
електроди, що витрачаються, встановлюють поза  
зоною виходу готового продукту на відстані, обу-  
мовленій швидкістю обертання диска та відстані  
встановлення його від центра, а подавання елект-

(13) A

(11) 62897

(19) UA

родів регулюють виникаючою зміною опору в електричному ланцюзі

Сутність винаходу пояснюється кресленням, на якому зображений пристрій для здійснення способу одержання металевих порошків, що містить герметичну охолоджувану камеру 1, привід обертання 2 диска 3. По направляючих 4, що встановлені в камері 1, вводять електроди 5, що витрачаються, з металу із заданим хімічним складом. До електродів 5 через рухливі електричні контакти 6 приєднане регульоване джерело струму 7 електричної дуги. Нижня частина камери 1 поєднана збірником порошку 8. Краплі розплаву 9, що утворюються, охолоджуються на поверхні корпусу 1.

Спосіб одержання металевих порошків здійснюється на запропонованому пристрої таким чином. Електроди 5 встановлюють у направляючі 4 розташовані в корпусі 1 і спирають на поверхню диска 3. До заготовок 5 кріпляться рухливі електричні контакти 6. Привід обертання 2 задає обертання диска 3. При включенні джерела струму 7 між поверхнями диска 3 і електродами 5 виникає електрична дуга. У зв'язку з тим, що поверхні диска 3 і електроди 5 мають шорсткість, дуга виникає в місці контакту мікронерівностей. Температура, що виникає від дії електричної дуги, оплавляє мікронерівність. У наступний момент, за рахунок обертання диска 3, електричний контакт порушується. Краплі розплаву 9, що охолоджуються під дією відцентрових сил, скидаються з диска 3. Краплі розплаву 9 можуть бути отримані в повітряному середовищі чи середовищі інертного газу (гелій, аргон), а також у рідкому середовищі, що дозволяє забезпечити високу швидкість кристалізації і одержати високу чистоту металевих порошків. Спосіб і пристрій можна застосовувати як для виробництва порошків з кольорових, так і чорних металів та сплавів.

Пристрій був випробуваний при виготовленні порошків сплавів на основі міді і алюмінію. У таблиці 1 представлені результати дисперсного аналізу довільних вибірок, отриманих на основі міді і алюмінію сферичних сплавів порошків. Розміри часток порошку, отримані на запропонованому пристрої змінюються при зміні швидкості обертання диска і сили струму трансформатора. Змінюючи ці параметри, відбувається керування швидкістю кристалізації металів і сплавів у процесі одержання порошку, що докорінно змінює їхні властивості.

Досліджено вплив швидкості охолодження і розмірів часток порошку при розпиленні на механічні властивості і тонку структуру спечених матеріалів на основі алюмінію і міді.

Зразки алюмінієвого сплаву Д16 і мідного сплаву Бр ПО20 було отримано при різних швид-

костях охолодження  $10^2$  °C/з (при кристалізації злитка),  $10^2$  °C/з (при кристалізації гранул) і  $10^2$  °C/з (при одержанні порошків з розмірами часток 10-25 мкм).

Отримані дані показують, що при надвисоких швидкостях кристалізації в процесі одержання порошку з розміром часток до 25 мкм значно підвищуються дефекти кристалічних ґрат і фіксується структура з високою однорідною щільністю дислокацій, підвищується концентрація деформаційних і двійникових дефектів пакування, а також мікродеформацій кристалічних ґрат. Дефекти кристалічних ґрат стають місцями зародкоутворення і тому виділення, що утворюються при старінні матеріалів з таких порошків, виходять набагато тонші, що сприятливо позначається на механічних характеристиках.

Дисперсність розпиленних порошків не прага за дисперсністю порошків, виготовлених газовим розпиленням розплавів. Вона перевищує дисперсність порошків, отриманих відцентровим розпиленням розплаву в перфорованому стакані чи на диску, що обертається, а також оплавленням заготовки, що обертається. Разом з тим треба відзначити приблизно в 100 разів менші витрати інертного газу, ніж при газовому розпиленні.

Частки порошків, отриманих у середовищі аргону, мають сферичну форму. Це визначає високу плинність порошків і відносно низьку питому поверхню. Масова частка кисню в порошках знаходиться в межах 0,02-0,08%, що значно нижче, ніж у порошках тих же металів, отриманих розпиленням інертним газом (0,05-0,3%).

Для проведення механічних іспитів (табл. 2) алюмінієвий і мідний порошки формували двостороннім пресуванням у брикети в холодному стані. Отримані брикети потім піддавали тепловому видавлюванню на пресі. Ступінь деформації була 45%.

Результати експериментальних даних доводять, що сплави Д16 і Бр ОБ20 отримані з порошку з розміром часток до 25 мкм при швидкості охолодження  $10^8$  °C/з, мають більш високі механічні характеристики, ніж отримані методом лиття. При цьому підвищуються не тільки межі міцності і плинності, але і поліпшуються характеристики пластичності (відносного подовження  $\delta$  відносного звуження  $\psi$ ), а також опір поширенню тріщин, чого не спостерігається при інших способах зміцнення алюмінієвих і мідних сплавів.

Реалізовано відцентрове розпилення металів під дією електричної дуги в аргоні. Продуктивність на 10 електродах, що витрачаються, досягала 15-25 кг/ч.

Таблиця 1

Сплав Д16

$V_{\text{вр}}$ диска, м/хв	I, А	Вміст, %, фракцій, мм						Плинність, С	Уд поверх, см <sup>2</sup> /г
		-1,0 +0,5	-0,5 +0,2	-0,2 +0,1	-0,1 +0,04	-0,04	0,025		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
500	30 60 90	42,0	48,5	7,0	1,6	0,9	0,05 0,05 0,05	26	46
		42,8	42,9	12,2	1,5	0,6		27	48
		44,7	43,5	9,8	1,1	0,8		27	49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	30 60 90	38,4 39,3 40,2	41,5 42,6 43,7	11,9 10,3 8,6	5,7 5,5 5,4	1,9 1,8 1,7	0,6 0,5 0,4	32 33 35	43 44 45
1500	30 60 90	18,3 18,5 19,2	18,9 11,1 6,0	22,1 24,5 26,2	21,6 25,0 26,6	12,4 14,5 15,7	8,7 6,4 6,3	36 39 42	47 46 45
2000	30 60 90	3,3 3,5 3,6	5,1 5,6 5,8	8,7 8,9 9,3	8,9 16,0 20,3	46,4 43,7 40,2	27,6 22,3 20,8	46 48 50	44 43 43
2500	30 60 90	1,8 1,9 2,1	2,6 2,7 2,9	4,2 4,7 5,0	11,4 13,7 20,0	39,7 38,5 33,9	40,3 38,5 36,1	42 41 40	43 43 43
3000	30 60 90	0,2 0,3 0,4	0,7 0,9 1,2	2,4 2,8 3,2	7,7 12 16,2	43,8 40,4 38,1	45,2 43,6 40,9	36 35 34	48 48 48
Сплав Бр О20									
V <sub>вр</sub> диска, м/хв	I, А	Вміст, %, фракцій, мм						Плинність, С	Уд поверх, см <sup>2</sup> /г
		-1,0 +0,5	-0,5 +0,2	-0,2 +0,1	-0,1 +0,04	-0,04	0,025		
500	30 60 90	39,0 41,1 42,2	47,2 45,5 45,8	10,0 11,5 10,0	3,1 1,3 1,5	0,7 0,5 0,4	0,04 0,05 0,06	29 29 31	39 38 39
1000	30 60 90	37,1 41,0 42,5	42,8 40,9 41,4	11,2 9,0 7,6	6,5 6,8 6,4	1,7 1,5 1,4	0,8 0,8 0,7	30 31 33	33 34 35
1500	30 60 90	15,6 16,5 20,4	17,0 20,5 18,0	20,4 25,3 25,6	23,3 24,2 27,2	13,7 15,8 16,4	7,4 5,1 5,6	37 36 39	37 36 35
2000	30 60 90	3,4 4,0 4,6	5,0 5,1 5,8	8,5 7,9 7,3	9,1 17,0 23,3	42,5 44,7 39,2	31,5 21,3 20,8	42 44 46	34 33 33
2500	30 60 90	2,1 2,0 2,2	2,3 2,6 3,0	5,2 5,7 6,0	10,4 14,7 19,0	38,7 36,5 34,9	41,3 40,5 35,1	38 39 39	33 33 33
3000	30 60 90	0,3 0,4 0,4	0,6 0,8 1,2	2,5 2,5 2,2	7,6 12,3 17,2	45,8 41,4 39,1	43,2 42,6 39,9	32 31 30	38 38 38

Таблиця 2

## Сплав Д16

V <sub>охл.</sub> , °C/с	σ <sub>02</sub> , МПа	σ <sub>B</sub> , МПа	δ, %	ψ, %	n	K <sub>к</sub> , МПа*м <sup>1/2</sup>
10 <sup>-2</sup>	200	470	23	37	1 10 <sup>0</sup>	52,3
10 <sup>2</sup>	295	490	26	39	3 10 <sup>0</sup>	64,2
10 <sup>5</sup>	330	590	32	45	7 10 <sup>0</sup>	73,5
Сплав Бр О20						
V <sub>охл.</sub> , °C/с	σ <sub>02</sub> , МПа	σ <sub>B</sub> , МПа	δ, %	ψ, %	n	K <sub>к</sub> , МПа*м <sup>1/2</sup>
10 <sup>-2</sup>	130	340	19	21	0,5 10 <sup>5</sup>	58,8
10 <sup>2</sup>	210	380	24	28	2,3 10 <sup>5</sup>	73,5
10 <sup>5</sup>	310	400	29	38	6,2 10 <sup>5</sup>	86,5

Примітка

σ<sub>02</sub> - межа текучості, σ<sub>B</sub> - межа міцності, δ - відносне подовження,

ψ - відносне звуження площі поперечного перерізу,

n - ступінь концентрації деформаційних дефектів при σ<sub>-1</sub> = 240 МПа,K<sub>к</sub> - коефіцієнт інтенсивності напруг

Джерело інформації

1 А С СРСР №662259, кл В22D23/08, БИ 17,18 - 1979

