



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51589 (13) U
(51) МПК (2009)
B22F 9/00
B82B 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НАНО- І УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКУ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) u201000094

(22) 11.01.2010

(24) 26.07.2010

(46) 26.07.2010, Бюл. № 14, 2010 р.

(72) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, КАПЛУ-
НЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ

(73) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, КАПЛУ-
НЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ

(57) 1. Пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку електропровідних матеріалів, що містить генератор імпульсів, електроди, які з'єднані з виходами генератора імпульсів і встановлені в розрядній камері, що з'єднана за допомогою пружних елементів з основою і заповнена робочою рідиною, та вібратор, який **відрізняється**

2

тим, що додатково містить елементи з магнітом'якого матеріалу, встановлені на суміжних гранях розрядної камери, а вібратор виконаний щонайменше з одного електромагніту, переважно з двох електромагнітів, встановлених на основі приблизно взаємно ортогонально, сердечники яких розташовані напроти елементів з магнітом'якого матеріалу із зазором до них.

2. Пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку електропровідних матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що електромагніти встановлені так, що їх подовжні осі розташовані переважно на лінії, що проходить через центр ваги заповненої розрядної камери.

Корисна модель відноситься до області порошкової металургії і до області нанотехнологій, зокрема, до електроімпульсного диспергування електропровідних матеріалів, таких як метали, сплави, графіт, металургійний кремній і тому подібне і може бути використана для отримання високодисперсних порошків заданого гранулометричного складу.

Відомий пристрій для отримання ультрадисперсного порошку металів шляхом електроерозійного диспергування металів у насипному шарі, що містить діелектричну судину з отвором в її донній частині для подачі робочої рідини, плоскі електроди, які встановлені в судині над отвором і вертикальну діелектричну перегородку з пристосуванням для переміщення перегородки вгору і вниз і регулювання висоти перевищення її над краями електродів (див. Патент України № 6863. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО ДИСПЕРЕГУВАННЯ МЕТАЛІВ У НАСИПНОМУ ШАРІ МПК B22F9/14. Опубл. 31.03.1995, бюл. № 1).

Недоліком пристрою є низька технологічність внаслідок необхідності постійного регулювання висоти виступу перегородки над краями електродів для переміщення гранул.

Відомий пристрій для отримання ультрадисперсного порошку металів і сплавів шляхом елект-

роерозійного диспергування металів і сплавів, що містить розрядну камеру з встановленими в ній електродами, вібратор з приводом для прикладання механічних коливань до гранул (А.С. СРСР № 1389956. Способ электроэрозионного диспергирования металлов и сплавов. МПК B23H9/00. Бюл. № 15, 1988).

Недоліком відомого пристрою є те, що прикладають механічні коливання тільки в одній горизонтальній площині, що призводить до зниження продуктивності і до невисокої дисперсності порошку.

Відомий пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку металів шляхом електроерозійного диспергування металів, що включає генератор імпульсів, реактор встановлений на віброплатформі зі встановленим під нею вібратором, яка з'єднана за допомогою пружних елементів з основою, електроди, які встановлені на пружних підвісках з можливістю вібрації в одній або в двох, або в трьох ортогональних площинах і які з'єднані з виходами генератора імпульсів (див. Патент України № 18215, Пристрій для електроерозійного диспергування металів. МПК B22P 9/14. Опубл. 15.11.2006. Бюл. № 11).

Недоліком відомого пристрою є те, що вібрація реактора з гранулами здійснюється переважно

(19) UA (11) 51589 (13) U

в вертикальному напрямі, що недостатньо для ефективного усереднювання відстаней між контактуючими гранулами і стабілізації умов диспергування.

Відомий пристрій для отримання ультрадисперсного порошку, що містить генератор імпульсів, вертикальні електроди, які з'єднані з виходами генератора імпульсів і встановлені в розрядній камері, та три вібратори, які встановлені на суміжних стінках розрядної камери, при цьому розрядна камера виконана з пружного діелектричного матеріалу у вигляді прямокутного паралелепіпеду. (Патент України № 46147. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКУ. МПК B22F 9/00. Опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23, 2009 р.).

Недоліками відомого пристрою є його складність, великі енерговитрати на вібрацію, а також низька продуктивність і дуже мала частка наночастинок в порошок, обумовлені неефективною вібрацією гранул. Причиною неефективної вібрації гранул є установка вібраторів безпосередньо на стінках розрядної камери. Це призводить до придушення вищих гармонік вібрації і зсуву спектру частот в найбільш неефективну низькочастотну область. З цієї причини, у міру зменшення розмірів гранул при їх диспергуванні, здійснюється погіршення умов диспергування, виникають короткі замикання і, як наслідок, знижується продуктивність і якість порошку.

Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку металів, що містить генератор імпульсів, електроди, які з'єднані з виходами генератора імпульсів і встановлені в розрядній камері, та вібратор, встановлений на підпружиненій платформі (Патент України № 19843. Спосіб електроерозійного диспергування металів. МПК B22F 9/14. Опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.).

Недоліком відомого пристрою є те, що вібрація реактора з гранулами здійснюється переважно уздовж вектора сили тяжіння, що недостатньо для високої рухливості гранул і для ефективного усереднювання відстаней між контактуючими гранулами і стабілізації умов диспергування.

В основу корисної моделі поставлені задачі підвищення продуктивності пристрою і підвищення якості отриманого порошку за рахунок збільшення рухливості гранул і зменшення вірогідності появи коротких замикань в розрядній камері.

Запропонований, як і відомий пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку електропровідних матеріалів містить генератор імпульсів, електроди, які з'єднані з виходами генератора імпульсів і встановлені в розрядній камері, що з'єднана за допомогою пружних елементів з основою і заповнена робочою рідиною, та вібратор і, відповідно до цієї пропозиції, додатково містить елементи з магнітом'якого матеріалу, встановлені на суміжних гранях розрядної камери, а вібратор виконаний, щонайменше, з одного електромагніту, переважно з двох електромагнітів, встановлених на основі приблизно взаємно-ортогонально, сердечники яких розташовані напроти елементів з магнітом'якого матеріалу із зазором до них. При цьому електромагніти встановлені так, що їх по-

довжні осі розташовані переважно на лінії, що проходить через центр ваги заповненої розрядної камери.

Пристрій додатково містить елементи з магнітом'якого матеріалу, встановлені на суміжних гранях розрядної камери. Це дозволяє розширити спектр частот механічних коливань системи, що підвищує продуктивність пристрою.

Вібратор виконаний, щонайменше, з одного електромагніту, переважно з двох електромагнітів, встановлених на основі приблизно взаємно-ортогонально, сердечники яких розташовані напроти елементів з магнітом'якого матеріалу із зазором до них. Це дозволяє розширити спектр частот механічних коливань системи, що підвищує продуктивність пристрою і якість отриманого порошку.

Електромагніти встановлені так, що їх подовжні осі розташовані переважно на лінії, що проходить через центр ваги заповненої розрядної камери. Це підвищує продуктивність за рахунок зменшення механічного опору і ефективнішої передачі енергії коливань по ланцюгу «розрядна камера-гранули».

На кресленні представлена схема пристрою для отримання нано- і ультрадисперсного порошку електропровідних матеріалів. Пристрій містить генератор імпульсів 1, електроди 2 і 3, підключені до генератора імпульсів, розрядну камеру 4 з гранулами 5, заповнену водою 6. Розрядна камера 4 за допомогою пружних елементів 8 з'єднана з основою 16. В якості пружних елементів 8 можуть бути використані пружини або пружні прокладки, наприклад, гумові. На суміжних гранях розрядної камери 4 встановлені елементи з магнітом'якого матеріалу 13. На основі 16 встановлені електромагніти 9 і 11, сердечники 10 і 12 яких розташовані напроти елементів 13 з магнітом'якого матеріалу із зазором до них. Електромагніти 9 і 11 мають управління 15 частотою вібрації. Розрядна камера 4 має отвір 7 для зливу рідини з порошком. При вібрації камери на поверхні рідини 6 виникають стоячі хвилі 14.

Пристрій для отримання нано- і ультрадисперсного порошку електропровідних матеріалів працює таким чином. У розрядну камеру 4, виготовлену з діелектричного матеріалу, зі встановленими в ній електродами 2 і 3 завантажують електропровідні, наприклад, металеві гранули 5, що підлягають диспергуванню. Диспергування гранул 5 здійснюють електричними імпульсами, які формує генератор імпульсів 1. В якості генератора імпульсів може бути використаний керований генератор імпульсів з блоком регулювання потужності імпульсів, виконаний по відомій схемі (див. Патент України № 23554. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО МЕТАЛЕВОГО ПОРОШКУ ЕРОЗІЙНО-ВИБУХОВИМ ДИСПЕРГУВАННЯМ МЕТАЛЕВИХ ГРАНУЛ. МПК (2006) B22F 9/14 (2007.01). Опубл. 25.05.2007, бюл. № 7).

Імпульси електричного струму поступають на електроди 2 і 3. Розрядна камера 4 заповнена робочою рідиною 6, наприклад, водою. Для вібрації гранул 5 в псевдозрідженому шарі використовується вібраційна система, що складається з елект-

ромагнітів 9 і 11, сердечники 10 і 12 яких розташовані напроти елементів 13 з магнітом'якого матеріалу із зазором до них. Вібрація розрядної камери 4 передається металевим гранулам 5. Управлінням частоти коливань камери 4 добиваються резонансу для системи «розрядна камера-гранули-рідина». У місцях контакту металевих гранул 5 одна з одною і з електродами 2 і 3 і в проміжках між гранулами 5 виникають іскрові розряди, в яких здійснюється диспергування металу.

У каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. Ділянки поверхні металевих частинок в зонах іскрових розрядів плавляться і вибухоподібно руйнуються на наночастинки і пару. Розплавлені нанокраплі металу, знаходячись у вільному польоті, набувають сферичної форми. Продукти руйнування охолоджуються у воді 6. У воді 6 накопичуються частинки в зваженому стані, утворюючи колоїдний розчин наночастинок. Через отвір 7 для зливу колоїдний розчин зливають з розрядної камери 4 для подальшого випаровування рідини і сушки порошку.

За рахунок коливань розрядної камери 4 з гранулами 5 і коливань електродів 2 і 3 посилюється ефект псевдозрідженого шару і зменшується вірогідність появи коротких замикань в розрядній камері 4, а епізодично виникаючі короткі замикання швидко усуваються. Управління 15 частотою коливань дає можливість добиватися ефективного псевдозрідження шару гранул для речовин, що мають різну питому вагу.

Таким чином, в запропонованому технічному рішенні створюються практично однакові умови електроімпульсного диспергування металу по всій висоті псевдозрідженого шару для різного розміру гранул, що забезпечує необхідний гранулометричний склад отриманого порошку, а за рахунок зменшення вірогідності коротких замикань досягається висока продуктивність пристрою.

Приклад 1. Гранули 5 заліза завантажували в розрядну камеру 4, які під дією сили тяжіння рівномірно розміщувалися на дні між електродами 2 і 3. У розрядну камеру 4 заливали воду 6. На електроди 2 і 3 подавали імпульси електричного струму від генератора 1. В результаті, в розрядній ка-

мері 4 відбувалися електричні розряди між електродами по ланцюжках гранул 5, що контактують між собою і близько розташовані. При цьому відбувалося диспергування металевих гранул. Періодично, в середньому 6 разів на годину, виникали короткі замикання в розрядній камері 4, що вимагало виключення пристрою для запобігання виходу, його з ладу і механічного перемішування гранул для руйнування сплавлених ланцюжків гранул.

Приклад 2. Гранули 5 міді завантажували в розрядну камеру і проводили диспергування так, як це описано в прикладі 1, але з тією відмінністю, що управлінням частотою вібрації добивалися появи резонансу і стоячих хвиль 14 на поверхні рідини 6. Результати диспергування приведені в таблиці.

Приклад 3. Гранули 5 алюмінію завантажували в розрядну камеру і проводили диспергування так, як це описано в прикладі 1, але з тією відмінністю, що управлінням частотою вібрації добивалися появи резонансу і стоячих хвиль 14 на поверхні рідини 6. Результати диспергування приведені в таблиці.

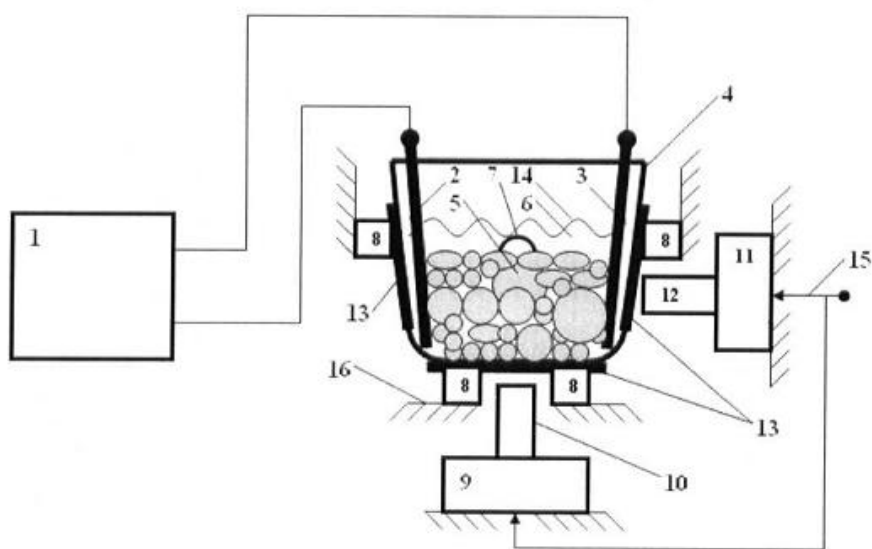
Приклад 4. Гранули 5 графіту завантажували в розрядну камеру і проводили диспергування так, як це описано в прикладі 1, але з тією відмінністю, що управлінням частотою вібрації добивалися появи резонансу і стоячих хвиль 14 на поверхні рідини 6. Результати диспергування приведені в таблиці.

Приклад 5. Гранули 5 магнію завантажували в розрядну камеру і проводили диспергування так, як це описано в прикладі 1, але з тією відмінністю, що управлінням частотою вібрації добивалися появи резонансу і стоячих хвиль 14 на поверхні рідини 6. Результати диспергування приведені в таблиці.

Приклад 6. Гранули 5 металургійного кремнію завантажували в розрядну камеру і проводили диспергування так, як це описано в прикладі 1, але з тією відмінністю, що управлінням частотою вібрації добивалися появи резонансу і стоячих хвиль 14 на поверхні рідини 6. Результати диспергування приведені в таблиці.

Таблиця

№№ прикладу	Метал, що диспергується	Наявність коротких замикань	Продуктивність кг/година	Енерговитрати кВт·ч/кг
1	залізо	6 разів на годину	0,10	32
2	мідь	немає	0,20	21
3	алюміній	немає	0,15	19
4	графіть	немає	0,14	18
5	магній	немає	0,16	19
6	кремній	немає	0,14	17



Фіг.