



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **20648** (13) **U**  
(51) МПК  
**B22F 9/14** (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ РОЗРЯДАМИ ПРИ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОМУ ДИСПЕРГУВАННІ МЕТАЛІВ

1

(21) u200604025

(22) 11.04.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Косінов Микола Васильович, Каплуненко Володимир Георгійович

(73) Косінов Микола Васильович, Каплуненко Володимир Георгійович

(57) Спосіб керування електричними розрядами при електроерозійному диспергуванні металів, що включає подачу на електроди реактора і на металеві гранули робочих імпульсів напруги, вимірю-

2

вання струму між електродами, перемішування металевих гранул за допомогою циркуляції робочої рідини в міжелектродному просторі і зміну енергії робочих імпульсів залежно від струму між електродами, який **відрізняється** тим, що заміряють середній імпульсний струм між електродами шляхом усереднювання, принаймні по декількох послідовних робочих імпульсах і у міру зменшення середнього струму збільшують енергію електричних розрядів в реакторі шляхом збільшення амплітуди напруги робочих імпульсів при збереженні тривалості імпульсів.

Корисна модель відноситься до області порошкової металургії, зокрема до електроерозійного диспергування металів, і може бути використаний для отримання високодисперсних металевих порошків.

Відомий спосіб керування електричними розрядами при електроерозійному диспергуванні металів, що включає обробку іскровими розрядами електродів і гранул металу при перемішуванні гранул рухом реактора і циркуляцією робочої рідини в міжелектродному просторі [Ас. СССР №1470463. Спосіб електроерозійного диспергування металлов. МПК4 B22F9/14. Опубл. 07.04.1989. Бюл. №13].

Недоліком описаного способу є низька продуктивність, обумовлена тим, що в процесі диспергування розміри металевих гранул постійно зменшуються, що приводить до збільшення опору струмопровідних ланцюжків, які виникають при перемішуванні металевих гранул. При цьому ефективність диспергування зменшується через зменшення струму через реактор.

Найближчим до пропонованого є спосіб керування електричними розрядами при електроерозійному диспергуванні металів, що включає подачу на електроди реактора і на металеві гранули робочих імпульсів напруги, вимір струму між електродами, перемішування металевих гранул за допомогою циркуляції робочої рідини в міжелектродному просторі і зміну енергії робочих

імпульсів за допомогою збільшення їх тривалості залежно від струму між електродами [Патент Росії №2065342. Спосіб управління електричними розрядами при електроерозійній обробці і устройство для его осуществления МПК6 B22F9/14. Опубл. 27.04.].

Недоліком відомого способу є зміна гранулометричного складу продукту в процесі диспергування і низька продуктивність. Низька продуктивність обумовлена тим, що в процесі диспергування розміри металевих гранул постійно зменшуються, що приводить до збільшення опору струмопровідних ланцюжків, хаотично виникаючих при перемішуванні металевих гранул. Збільшення опору струмопровідних ланцюжків приводить до зменшення ефективності диспергування через зменшення струму через реактор. Збільшення енергії робочих імпульсів за допомогою збільшення їх тривалості стає неефективним, оскільки енергія імпульсів від величини струму змінюється по квадратичному закону, а залежно від тривалості імпульсів змінюється по лінійному закону. Це приводить до необхідності встановлювати великі тривалості імпульсів навіть при малому зменшенні струму через реактор, що, у свою чергу, змінює умови протікання розрядів в реакторі і приводить до переходу іскрових розрядів в дугові розряди. При появі в реакторі дугових розрядів відбувається зміна гранулометричного складу порошку у бік збільшення розмірів частинок. При виробництві

(13) **U**(11) **20648**(19) **UA**

порошків необхідно не допускати зміни дисперсності отриманого порошку у бік збільшення розмірів частинок.

В основу запропонованого способу поставлена задача підвищення продуктивності електроерозійного диспергування металів і отримання високодисперсних порошків. Поставлена задача вирішується за рахунок збільшення енергії електричних розрядів в реакторі в залежності від зменшення при диспергуванні розмірів металевих гранул шляхом збільшення амплітуди напруги робочих імпульсів при збереженні тривалості імпульсів. Це дозволяє збільшити продуктивність диспергування металів при збереженні гранулометричного складу порошку.

Запропонований, як і відомий спосіб включає подачу на електроди реактора і на металеві гранули робочих імпульсів напруги, вимір струму між електродами, перемішування металевих гранул за допомогою циркуляції робочої рідини в міжелектродному просторі, зміну енергії робочих імпульсів в залежності від струму між електродами, а, відповідно до пропозиції заміряють середній імпульсний струм між електродами шляхом усереднювання, принаймні, по декількох послідовних робочих імпульсах і у міру зменшення середнього струму збільшують енергію електричних розрядів в реакторі шляхом збільшення амплітуди напруги робочих імпульсів при збереженні тривалості імпульсів.

В запропонованому способі заміряють середній імпульсний струм між електродами шляхом усереднювання, принаймні, по декількох послідовних робочих імпульсах. Це дозволяє відстежувати стан гранул в реакторі, оскільки в процесі диспергування розміри гранул постійно зменшуються. Зменшення гранул призводить до того, що струмопровідні ланцюжки і електроерозійні проміжки між гранулами подовжуються, кількість розрядних проміжків між гранулами зростає і, відповідно, збільшується опір струмопровідних ланцюжків. В результаті зменшується струм через реактор. Зміна середнього імпульсного струму між електродами є інтегральною характеристикою працюючого реактора і відповідає зміні розмірів гранул в процесі диспергування. Усереднювання струму робочих імпульсів необхідне із цієї причини, що опір струмопровідних ланцюжків змінюється хаотично і коливається біля деякого середнього значення. В процесі диспергування середній струм через реактор має тенденцію до зменшення. Швидкість зміни струму визначається продуктивністю процесу диспергування.

Збільшення енергії електричних розрядів в реакторі в залежності від зменшення середнього струму шляхом збільшення амплітуди напруги робочих імпульсів при збереженні їх тривалості дозволяє зберегти протягом всього процесу диспергування однакові умови електроерозії металу. Це дозволяє підвищити продуктивність електроерозійного диспергування і забезпечити необхідний гранулометричний склад порошку.

Спосіб керування електричними розрядами при електроерозійному диспергуванні металів здійснюють таким чином.

Електроерозійне диспергування гранул металу здійснюють в реакторі електричними імпульсами, які формують за допомогою генератора імпульсів. Металеві гранули, що підлягають диспергуванню, поміщають в реактор між електродами і перемішують потоком рідини. Під час надходження на електроди робочих імпульсів напруги в точках контакту металевих гранул один з одним і з електродами виникають іскрові розряди, що утворюють електроерозійні проміжки, під час яких відбувається диспергування металу. При цьому за рахунок випадкового характеру появи електроерозійних проміжків між металевими частинками опір струмопровідних ланцюжків хаотично змінюється і коливається біля деякого середнього значення. Для запобігання коротких замикань в реакторі створюють псевдозріджений "киплячий шар" за рахунок перемішування металевих гранул за допомогою циркуляції робочої рідини в міжелектродному просторі реактора. Це призводить до того, що шматочки металу при проходженні робочої рідини через шар металевих гранул рухаються вгору, після чого вони під дією сили ваги рухаються вниз. В результаті створюється псевдозріджений киплячий шар, що нагадує "кипіння" металевих гранул в холодній рідині. Робоча рідина, що рухається від низу до верху крізь шар шматочків металу, виносить з реактора готовий продукт - ультрадисперсний порошок, що утворився при диспергуванні. Рух металевих гранул в псевдозрідженому шарі приводить до їх хаотичних торкань один з одним і з електродами. При цих торканнях виникають і зникають струмопровідні ланцюжки з шматочків металу.

В процесі диспергування розміри металевих гранул зменшуються. Утворені дрібними металевими гранулами струмопровідні ланцюжки мають значно більшу кількість контактів усередині струмопровідного ланцюжка і значно більшу кількість електроерозійних проміжків. Це приводить до збільшення опору струмопровідних ланцюжків і, як наслідок, до зменшення струму через електроерозійні проміжки.

В запропонованому способі заміряють імпульсний струм між електродами в декількох послідовних робочих імпульсах і визначають середнє значення струму. Середнє значення струму відповідає ступеню переробки металевих гранул, несе інформацію про розміри гранул і про продуктивність диспергування. В процесі диспергування середній струм через реактор має тенденцію до зменшення. Залежно від величини середнього струму встановлюють амплітуду напруги робочих імпульсів за допомогою зміни умов генерації імпульсів генератором імпульсів. При зменшенні середнього струму через реактор амплітуду імпульсів робочого струму збільшують, що приводить до відновлення початкової величини струму через реактор. Це, в свою чергу, приводить до збільшення енергії електричних розрядів в реакторі при збереженні тривалості імпульсів, що дозволяє зберегти протягом всього процесу диспергування однакові умови електроерозії металу. Такий спосіб дозволяє підвищити продуктивність електроерозійного диспергування і забезпечити необхідний гранулометричний склад одержуваного порошку.

На кресленні представлена схема пристрою для здійснення пропонованого способу.

Пристрій для реалізації пропонованого способу містить реактор 1 з перфорованим днищем 2, патрубком 7 для прокачування робочої рідини і електродами 3 і 4, один з яких з'єднаний з першим виходом керованого генератора імпульсів 6, а інший підключений через датчик струму 8 до другого виходу керованого генератора імпульсів 6 і виходом пов'язаний з блоком 9 усереднювання струму, вихід якого з'єднаний з управляючим входом керованого генератора імпульсів 6.

Пристрій для керування електричними розрядами при електроерозійному диспергуванні металів за пропонованим способом працює таким чином.

В судину 1, яка виготовлена з діелектричного матеріалу і має перфороване днище 2 і електроди 3 і 4, завантажують металеві гранули 5 для диспергування, які розміщують рівномірним шаром на перфорованому днищі 2. Електроерозійне диспергування гранул 5 металу здійснюють електричними імпульсами, які формують за допомогою керованого генератора імпульсів 6. Імпульси напруги поступають на електроди 3 і 4. В судину 1 через патрубок 7 і через отвори в перфорованому днищі 2 поступає робоча рідина. В зонах контакту металевих гранул 5 один з одним і з електродами 3 і 4 виникають іскрові розряди, завдяки яким відбувається диспергування металу. В каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. При цьому за рахунок електричної ерозії відбувається утворення металевих порошків. Під дією електричних розрядів в рідкому середовищі розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які приводять до кавітації. При кавітації виникають кавітаційні бульбашки, які при схлопуванні виділяють велику енергію. Надзвукові хвилі в рідині і висока температура забезпечують інтенсивне диспергування металевих гранул 5.

Під час проходження імпульсів струму по ланцюжках, утворених металевими гранулами 5, на гранули 5 впливає робоча рідина, яка створює псевдозрідений киплячий шар, що нагадує "кипіння" металевих гранул в холодній рідині. Рух металевих гранул 5 в псевдозріженому шарі приводить до їх хаотичних торкань один з одним і з електродами 3 і 4, під час яких виникають і зникають струмопровідні ланцюжки з шматочків металу і електроерозійні проміжки, в період яких і відбувається диспергування металу. Псевдозрідження зменшує вірогідність виникнення коротких замикань між шматочками металу 5 і електродами 3 і 4, що підвищує продуктивність електроерозійного диспергування металу.

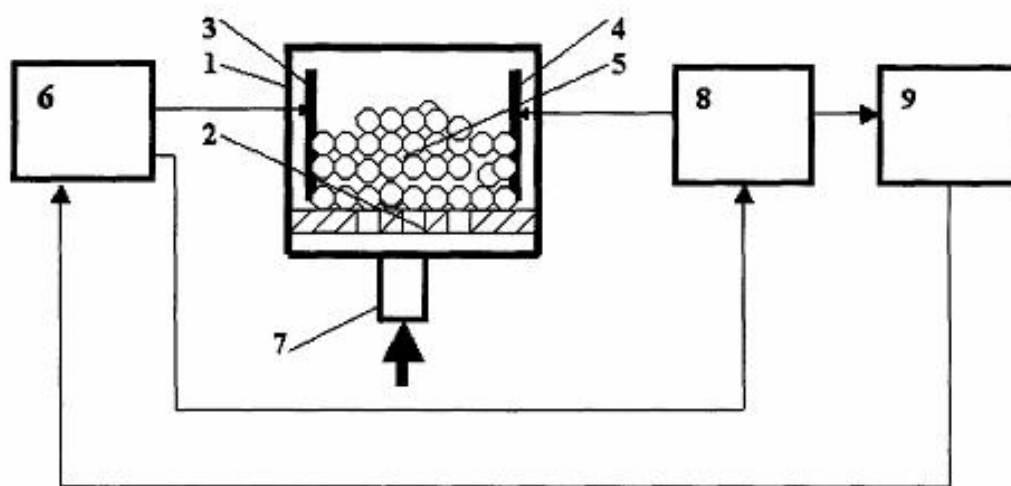
За рахунок випадкового характеру появи електроерозійних проміжків між металевими гранулами

5 опір струмопровідних ланцюжків змінюється і коливається біля деякого середнього значення. В процесі диспергування розміри металевих гранул 5 мають тенденцію до зменшення. Утворені дрібними металевими гранулами 5 струмопровідні ланцюжки мають значно більшу кількість контактів усередині струмопровідного ланцюжка і значно більшу кількість електроерозійних проміжків. Це приводить до збільшення опору струмопровідних ланцюжків і, як наслідок, до зменшення струму через електроерозійні проміжки.

Імпульсний струм між електродами вимірюється датчиком струму 8. Блок 9 проводить усереднювання струму по декількох послідовних робочих імпульсах і визначає середнє значення струму. Залежно від величини середнього струму по сигналу з блоку 9 керований генератор імпульсів 6 змінює амплітуду напруги робочих імпульсів. При зменшенні середнього струму через реактор 1 амплітуда імпульсів робочого струму збільшується. Це приводить до відновлення початкової величини струму через реактор 1 і до збільшення енергії електричних розрядів при збереженні тривалості імпульсів, що дозволяє зберегти протягом всього процесу диспергування однакові умови електроерозії металу і забезпечити високу продуктивність електроерозійного диспергування і необхідний гранулометричний склад одержуваного порошку.

#### Приклад

Гранули відходів твердого сплаву марки ВН8 (WC+8% мас. Ni) завантажували в реактор для електроерозійного диспергування, які під дією сили ваги рівномірно розміщувалися на перфорованому днищі судини. Потім в судину насосом через патрубок подавали робочу рідину, поступово збільшуючи її витрату, і добивалися, щоб рідина ворушила шар гранул, що знаходяться між електродами в судині. На електроди подавали імпульси напруги. В результаті в судині відбувалися електричні розряди між електродами по ланцюжках контактуючих між собою гранул. При цьому відбувалося електроерозійне диспергування металевих гранул в псевдозріженому шарі. В процесі диспергування розміри гранул постійно зменшувалися. Зменшення гранул призводило до того, що струмопровідні ланцюжки і електроерозійні проміжки між гранулами подовжувалися, кількість розрядних проміжків між гранулами зростала, що приводило до збільшення опору струмопровідних ланцюжків. При диспергуванні вимірювалася величина струму в імпульсах і визначалося середнє значення струму. При зменшенні величини середнього струму збільшували амплітуду напруги робочих імпульсів до відновлення початкової величини струму через реактор. Це приводило до збільшення енергії електричних розрядів в реакторі.



Фіг.