



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50569 (13) A

(51) 6 B01D35/06, B03C1/30

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

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ НАСАДКИ МАГНІТНОГО ФІЛЬТРА

1

2

(21) 2002021181

(22) 13 02 2002

(24) 15 10 2002

(46) 15 10 2002, Бюл. № 10, 2002 р.

(72) Горобець Світлана Василівна, Мельничук Ігор  
Олександрович, Гончаров Володимир Володимир-  
ович(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ(57) Спосіб одержання насадки магнітного  
фільтра, який включає розташування магнітного  
порошку на основі і прикладання постійного

магнітного поля, який відрізняється тим, що формування насадки, яка складається з окремих часток магнітного порошку, проводиться шляхом прикладання до порошку  $N_0$  імпульсів магнітного поля з амплітудою  $H_2$ , при цьому розмір  $H_2$  попередньо визначається по залежності діаметра області, зайнятої окремими елементами, від амплітуди зовнішнього поля, а величина  $N_0$  визначається із залежності кількості кластерів у масиві магнітних часток від кількості імпульсів зовнішнього поля

Винахід відноситься до області одержання ефективних фільтрів для очищення рідких і газоподібних робочих середовищ у магнітному полі. Він може бути використаний у тих галузях промисловості, де є необхідність уповільнення рідких елементів і з'єднань (у мікроелектроніці), для очищення води від магнітних і шкідливих домішок (у харчовій промисловості).

Відомий спосіб формування магнітних насадок фільтрів, який заснований на впливі імпульсів магнітного поля на колектив магнітних часток [Спосіб отримання насадки магнітного фільтра Патент України № 32641 Оpubл. 15 02 2001 Бюл. № 1].

Найближчим технічним рішенням є спосіб отримання фільтруючого елемента [Спосіб одержання насадки магнітного фільтра Патент України № 32640 Оpubл. 15 02 2001 Бюл. № 1]. Відповідно до цього способу, для одержання низьких розмагнічуючих факторів окремих елементів насадки, формування масиву й окремих елементів насадки з магнітного порошку, розміщеного на основі, проводиться прикладанням до порошку магнітного поля з амплітудою вище деякого значення  $H_2$ . Розмір  $H_2$  попередньо визначається по залежності діаметра області зайнятої окремими елементами від розміру зовнішнього поля.

Застосування описаного способу дозволяє вибирати форму окремих кластерів і модулювати спектр розмірів областей градієнтного поля багаторівневої насадки. Загальною ознакою з прототи-

пом є необхідність фіксації феромагнітних часток на основі за допомогою зв'язуючої речовини, прикладання магнітних полів у процесі формування, розташування перед формуванням насадки в області прикладання магнітних полів визначеної кількості магнітного порошку.

Проте відомий спосіб формує окремі елементи, розміри котрих набагато більше розмірів окремих частки використовуваного порошку. Великі кластери не дозволяють створювати високі градієнти, а отже, одержувати максимально можливі (для даного порошку) градієнти магнітних полів. Крім того, затвердіння зв'язуючої речовини відбувається в присутності магнітного поля, що обмежує його застосування.

В основу винаходу поставлено завдання підвищення ефективності фільтруючого елемента за рахунок того, що будуть сформовані окремі елементи насадки мінімально можливих розмірів, що дозволяє одержати використання конкретного порошку. Завдання полягає в тому, щоб сформовані з магнітного порошку окремі елементи містили не більш однієї частки цього порошку. У цьому випадку будуть досягнуті максимальні градієнти неоднорідного магнітного поля біля кожної частки.

Поставлене завдання досягається тим, що у способі отримання насадки магнітного фільтра, який включає розташування магнітного порошку на основі і прикладання постійного магнітного поля, згідно з винаходом, формування насадки прово-

(13) A

(11) 50569

(19) UA

диться шляхом прикладання до порошку  $N_0$  імпульсів магнітного поля з амплітудою  $H_2$ , при цьому розмір  $H_2$  попередньо визначається по залежності діаметра області зайнятої окремими елементами від амплітуди зовнішнього поля, а величина  $N_0$  визначається з залежності кількості кластерів у масиві магнітних часток від кількості імпульсів зовнішнього поля.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та технічним результатом буде в наступному.

Відомо, що насадка (фільтруючий елемент) є одним з основних елементів магнітного фільтра. При розташуванні насадки в магнітному полі фільтра, навколо одиночних елементів насадки формуються області високоградієнтного магнітного поля. Середовище, яке підлягає очищенню, протікає в безпосередній близькості від одиночних елементів насадки, і домішки затримуються високоградієнтними полями. Оскільки сила взаємодії домішки з неоднорідним полем визначається добутком  $H \nabla H$ , то ефективність роботи фільтра буде залежати як від розміру поля ( $H$ ), так і від розміру його градієнту ( $\nabla H$ ). Насадки використовуються для того, щоб збільшити локальні градієнти магнітних полів. Добре відомо, що величина градієнту, що утворюється магнітною насадкою, визначається її розмірами. Використання імпульсних полів на колективи часток дозволяє формувати окремі елементи магнітного фільтра різноманітної форми або ж, використовуючи матрицю, розташовувати їх необхідним чином.

Ціллю запропонованого способу є вибір такого режиму формування насадки магнітного фільтра, щоб він забезпечив розбив масиву часток до мінімальних розмірів, тобто до окремих часток вихідного порошку. У цьому випадку досягається мінімальний розмір окремого елемента насадки, а отже, і максимальний градієнт магнітного поля, тобто підвищується ефективність уловлювання домішок. Ця ціль досягається шляхом формування фільтруючого елемента шляхом впливу на магнітний порошок імпульсів постійного поля. Особливістю є те, що цей вплив проводиться багаторазово.

Спосіб заснований на тому факті, що багаторазовий вплив магнітного поля на кластери з магнітних часток призводить до їхнього подальшого роздрібнення при кожному новому вмиканні магнітного поля. При цьому, при деякому значенні кількості імпульсів досягається повне роздрібнення кластерів до дрібних часток і подальше роздрібнення не відбувається. Таким чином, такий спосіб формування насадки призводить до того, що розмір окремого її елемента мінімальний і дорівнює розміру часток вихідного порошку.

З іншого боку, дослідження показують, що якщо на магнітний порошок, розташований на магнітній основі впливати багаторазово імпульсами магнітного поля, то відбувається цілий каскад руйнацій окремих кластерів при першому імпульсі початковий кластер розбивається на великі кластери, що складаються з великої кількості часток і при припиненні наростання магнітного поля прямивання часток не відбувається. Повторне вмикання магнітного поля призводить до подальшої руйнації кожного з цих кластерів, причому при від-

повідному виборі амплітуди цього поля можна досягти того, що при такому вмиканні картина розвивається якісно аналогічно, тобто нові кластери, що утворилися при попередньому імпульсі, розпадаються практично незалежно при наступному імпульсі. При доведенні кількості імпульсів до визначеного значення можна досягти переходу до окремих часток (кульок). Звідси випливає, що існує можливість зробити роздрібнення вихідного масиву порошку аж до досягнення мінімальних розмірів окремих елементів насадки.

Сутність способу

У запропонованому способі поставлена задача вирішується тим, що розподіл феромагнітного порошку по поверхні основи фільтра виконують у зовнішньому імпульсному полі визначеної амплітуди, а процес роздрібнення повторюють визначену кількість раз. При цьому окремі елементи насадки формуються з окремих часток магнітного порошку.

Реалізація способу заснована на тому факті, що, з одного боку, характер прямування часток порошку при формуванні насадки залежить від амплітуди магнітного поля, а з іншої сторони, кількість елементів насадки і кількість магнітних часток в окремому елементі залежить від кількості імпульсів цього поля. З наростанням кількості вмикань постійного магнітного поля кількість окремих елементів у масиві часток росте. Проте, при досягненні визначеного значення кількості імпульсів  $N_0$  процес стабілізується і подальшого роздрібнення елементів масиву не спостерігається. Схематично залежність кількості кластерів у масиві магнітних часток  $N_k$  від кількості прикладених імпульсів зовнішнього поля  $N_{\text{имп}}$  - приведена на фіг.

Важливим фактором є вибір амплітуди магнітного поля  $H$ . В залежності від розміру  $H$ , реалізуються різноманітні механізми формування насадки. Зміна амплітуди постійного магнітного поля призводить до зміни сил взаємодії часток порошку і характеру їх прямування. Збільшення  $H$  призводить до збільшення взаємодії між частками. Якщо частки знаходяться в одній площині, то вони розштовхуються. В результаті відбувається роздрібнення масиву часток. Проте, починаючи з деякого значення  $H_2$ , виявляється процес прямування часток у вертикальному напрямку. Це призводить до зміни характеру взаємодії і процес притягування частинок починає переважати. Тому найбільш вигідною є така ситуація, коли поле велике і взаємодія між частками велика. Проте розмір поля не повинен бути достатнім для зміни характеру взаємодії між частками. Розмір поля, що задовільняє цим умовам, відповідає полю  $H_2$ , спосіб визначення якого розглянуто в прототипі.

Розмір  $N_0$  також може залежати від  $H$ . Тому спочатку визначається  $H_2$ , а потім -  $N_0$ .

Таким чином, спосіб містить у собі таку послідовність операцій

- визначення розміру  $H_2$ ,
- визначення розміру  $N_0$ ,
- розташування на основі фільтра феромагнітного порошку зі зв'язуючою речовиною,
- прикладання до порошку постійного магнітного поля з амплітудою  $H = H_2$  і кількістю імпульсів  $N_0$

- закріплення порошку зв'язуючою речовиною  
Приклад здійснення способу

Одержання фільтруючих насадок із мінімальними розмірами окремих елементів виконують шляхом впливу магнітного поля на вихідні кластери магнітних часток. Вихідні кластери формувалися з каліброваних по розмірі затравочних елементів, що виготовлялися у формі кульок діаметром  $D_0 = 1\text{ мм}$  із похибкою форми  $0,1\text{ мм}$ . У якості матеріалу для формування затравочних елементів використовували порошок із  $\text{Ni}$  кульок із діаметрами в інтервалі від  $3$  до  $15\text{ мкм}$ , осаджений у розплавленому парафіні. Вміст часток  $\text{Ni}$  у цій суміші складає  $3,54\text{ г/см}^3$ . Затравочні кульки при  $T = 115^\circ\text{C}$  поміщали у центр кювети з розплавленим парафіном і при їх плавленні формувалися вихідні кластери.

Розмір поля  $H_2 = 110\text{ Э}$  був визначений способом, який описаний в прототипі. При  $T = 95^\circ\text{C}$  вмикалось постійне магнітне поле. Тривалість фронту імпульсу вмикання біля  $1\text{ сек}$ . Після завершення видимих змін (вихідний кластер розпався на декілька кластерів), магнітне поле відключало-

ся. Фіксацію часток проводили при виключеному полі. У такий спосіб були отримані насадки, сформовані при різноманітних значеннях кількості вмикань і відключень поля (імпульсів  $N_{\text{имп}}$ ). Для насадок, отриманих при різноманітних значеннях  $N_{\text{имп}}$  за допомогою оптичного мікроскопа була знайдена кількість окремих елементів у ній  $N_k$ . Залежність  $N_k(N_{\text{имп}})$  будувалася з усередненням даних по серії з  $4$  вимірів для кожного значення  $N_{\text{имп}}$ . За схемою, приведеної на фіг. було визначено граничне значення кількості імпульсів  $N_0(N_0 = 30)$ . Був проведений вимір розмірів окремих елементів насадок для різноманітних значень  $N_{\text{имп}}$ . При  $N_{\text{имп}} > N_0$  у насадці менше  $1\%$  окремих елементів мали розміри, що перевищують розмір окремої частки порошку. Отже, даний спосіб визначення розміру  $N_0$  достатньо точний та надійний.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє створювати насадки, одиночні елементи яких являють собою окремі кульки, вони можуть бути використані для створення високоградієнтних магнітних полів у робочому середовищі.

