



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52971 (13) A

(51) 7 B22F3/16, H01F3/08

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

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ МАГНІТОМ'ЯКОГО МАТЕРІАЛУ

1

2

(21) 2002010037

(22) 03 01 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Рябічева Людмила Олександрівна, Циркін  
Аркадій Тимофійович, Данильченко Роман Станіс-  
лавович(73) СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІ-  
ВЕРСИТЕТ(57) Спосіб одержання магнітом'якого матеріалу,  
який включає відпалювання залізного порошку,  
його оксидування у псевдозрідженому стані, пре-  
сування, спікання в середовищі аргону, допресов-

ку та відпалювання у вакуумі чи кисневмісному середовищі, який відрізняється тим, що залізний порошок у стані поставки змішують із пластифікатором, пресують при тиску 200-400 МПа, одержані високопористі заготовки піддають паротермічному оксидуванню при температурі, не нижчій за 500°C і не вищій за 570°C, протягом 30-60 хвилин, допресовують при тиску 800-900 МПа, відпалюють у вакуумі при температурі 750-850°C протягом 20-40 хвилин, удруге допресовують при тиску 900-1000 МПа та остаточно обпикають у вакуумі при температурі 1150-1250°C протягом 2-3 годин

Винахід відноситься до галузі порошкової металургії, а саме до способів одержання магнітом'якого матеріалу на основі залізного порошку

Відомо спосіб одержання магнітом'якого матеріалу, що включає відпалювання залізного порошку марки ПЖК із розмірами часток 100-300 мкм, його паротермічне оксидування у псевдозрідженому стані при температурі 150-570°C на протязі 0,5-60 хв, пресування при тиску при 300 чи 1300 МПа, спікання у середовищі аргону при температурі 350-750°C, допресовку при тиску 1000-1500 МПа та відпалювання у вакуумі або у середовищі, яке містить кисень при температурі 570-700°C на протязі 20 - 120 хв [див. а с СССР №621470, МПК<sup>2</sup> B22 F3/00, H 01 F 1/09, опуб. бюл. №32, 1978], прийнятий за прототип

Недоліком відомого способу є низькі механічні властивості матеріалу, що зумовлюється поганим пресуванням порошку, який містить оксиди при тиску 300 МПа такий порошок погано формується, і пресовка не зберігає необхідну форму, а при високому тиску (1000-1500 МПа) - погану ущільненість і на пресовках утворюються тріщини. При низькій температурі спікання (350-750°C) між частками порошку зв'язки на міцність не утворюються, що також знижує механічні властивості виробів. Низькі механічні властивості матеріалу, одержаного за даним способом, не забезпечують надійну і тривалу роботу виробів, особливо при наявності удар-

них навантажень, як це має місце, наприклад, у електромагнітних реле

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу одержання магнітом'якого матеріалу шляхом того, що паротермічному оксидуванню піддаються високопористі заготовки, спресовані із залізного порошку, змішаного з пластифікатором, що призведе до підвищення механічних властивостей матеріалу без зниження його магнітних характеристик

Поставлена задача досягається тим, що в спосіб одержання магнітом'якого матеріалу, що включає відпалення залізного порошку марки ПЖК із розмірами часток 100-300 мкм, його паротермічне оксидування у псевдозрідженому стані при температурі 150-570°C на протязі 0,5-60 хв, пресування при тиску 300 чи 1300 МПа, спікання в середовищі аргону при температурі 350-750°C, допресовку при тиску 1000-1500 МПа та відпалювання у вакуумі чи кисневмісному середовищі при температурі 570-700°C на протязі 20 - 120 хв, згідно винаходу, залізний порошок без попереднього відпалювання змішують із пластифікатором, пресують при тиску 200-400 МПа, одержані пресовки завантажують у контейнер і нагрівають до температури 500-570°C, витримують 5-10 хв, а потім у контейнер подають пар і проводять паротермічне оксидування пресовок на протязі 30-60 хв. Після охолодження пресовки допресовують

(13) A

(11) 52971

(19) UA

при тиску 800-900МПа та відпалюють у вакуумі при температурі 750-850°C на протязі 20-40 хв, удруге допресовують при тиску 900-1000МПа і остаточно відпалюють при температурі 1150-1250°C у вакуумі на протязі 2-3 годин

Згідно до характерних ознак, особливе значення мають обговорені режими, оскільки вони визначають кінцеві механічні властивості матеріалу і працездатність виробів з цього матеріалу

Спресовані при низькому тиску заготовки мають високу пористість, яка після вигорання пластифікатора складає 35-38%. При такій пористості всі пори відкриті, що забезпечує проникнення пари в тіло заготовки і утворення рівномірно розподіленої оксидної плівки. Температурний режим оксидування обмежено інтервалом температур 500-570°C при більш низькій температурі недостатньо інтенсивно відбувається видалення пластифікатора, процес оксидування йде повільно, при вищій температурі утворюється в'юстит, що погіршує властивості матеріалу в порівнянні з магнетитом, який утворюється при температурі нижче 570°C. Перша допресовка при тиску 800-900МПа призводить до зниження пористості до 12-15%, закриттю пор і наклепу металу. Відпалювання у вакуумі при температурі 750-850°C на протязі 20-40 хвилин знімає наклеп, підвищує пластичність, не змінюючи фазового складу матеріалу. Наступне ущільнення при тиску 900-1000МПа забезпечує одержання матеріалу з залишковою пористістю 2-4%, а

остаточне високотемпературне відпалювання при температурі 1150-1250°C у вакуумі на протязі 2-3 годин забезпечує зняття наклепу і зростання зерна, що благотворно впливає на магнітні властивості матеріалу

Приклад реалізації способу

Порошок ПЖР 2,200 у стані поставки змішували з 2% полівінілового спирту і пресували заготовки пористістю 36-38%. Заготовки завантажували у контейнер, нагрівали до 550°C, витримували 10 хвилин і подавали пар на протязі 45 хвилин, охолоджували на повітрі і допресовували при тиску 840МПа. Пористість знижувалася до 14%. Заготовки відпалювали 20 хвилин у вакуумі при температурі 800°C і потім допресовували при тиску 980МПа. Пористість після допресовки складала 3%. Після остаточного двогодинного відпалювання у вакуумі при температурі 1150-1200°C магнітом'який матеріал мав міцність при розтяганні 375МПа, відносне подовження 2%, твердість 72НВ. Магнітні властивості одержаного матеріалу такі: індукція насичення при напруженості магнітного поля 330 А/м складала 1,2 Тл, коерцитивна сила  $H_c$  - 27 А/м.

З магнітного матеріалу за цим способом були виготовлені якорі для електромагнітів ЕШЛ 02-18-220-01-54 і проведено дослідження. Установлено, що при припустимому стискальному зусиллі 45 Н, досліджувані якорі забезпечують стискальне зусилля рівне 50 Н і реле працює стабільно.