



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105512** (13) **C2**

(51) МПК (2014.01)

**B22F 3/26** (2006.01)

**H01H 33/66** (2006.01)

**H01H 1/02** (2006.01)

**C22C 9/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

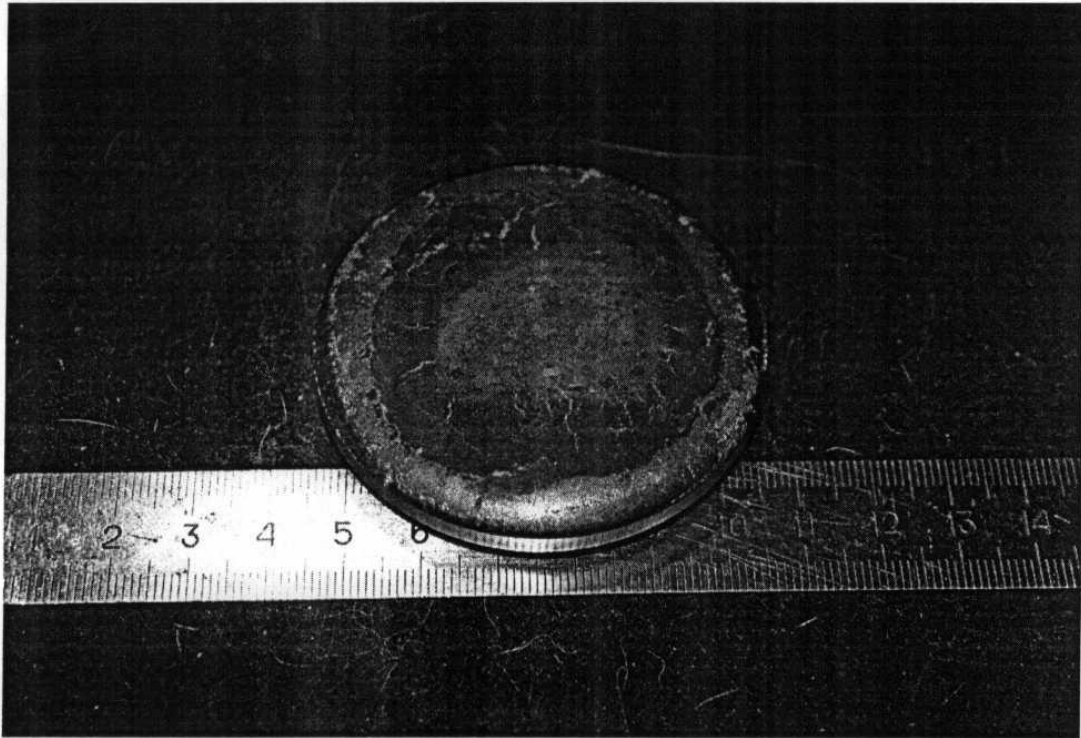
(21) Номер заявки:	<b>а 2011 09607</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Смірнов Юрій Йосипович (UA), Скороход Валерій Володимирович (UA), Чернишов Сергій Іванович (UA), Барабаш В'ячеслав Андрійович (UA), Рупчев Володимир Львович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>17.08.2009</b>	(73) Власник(и):	<b>Смірнов Юрій Йосипович, вул. Шумського, 8, кв. 308, м. Київ, 02098, Україна (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>26.05.2014</b>	(74) Представник:	<b>Марченко Віталій Омелянович, реєстр. №10</b>
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>10.04.2012, Бюл.№ 7</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>UA 10 742 A; 25.12.1996 UA 10 981 C1; 25.12.1996 UA 42 520 A; 15.10.2001 RU 2 063 086 C1; 27.06.1996 WO 90/15424 A; 13.12.1990 JP 60-110832 A; 17.06.1985 JP 63-096204 A; 27.04.1988</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>26.05.2014, Бюл.№ 10</b>		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>РСТ/UA2009/000042, 17.08.2009</b>		

## (54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ МІДІ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКТІВ

### (57) Реферат:

Винахід належить до галузі порошкової металургії, а саме - способу виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, які можуть бути застосовані у високовольтних електричних апаратах як контакти, розміщені у вакуумній дугогасильній камері. Спосіб полягає у попередньому змішуванні порошків міді та хрому у високоенергетичному млині, отримані порошки пресують до одержання двох пресованих брикетів: з суміші порошків міді та хрому і з порошку міді, потім між ними розташовують джерело легуючих компонентів та проводять нагрівання до температури 700-900 °C у вакуумі при розрідженні  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  мм рт.ст. з витримкою 30-60 хвилин з наступним спіканням в атмосфері водню або інертного газу при температурі 1085-1150 °C до утворення над пресованим брикетом порошкової суміші міді та хрому шару міді товщиною 2,5-5,0 мм, охолоджують отриману заготовку до температури 900-920 °C зі швидкістю, яка дорівнює або перевищує 20 °C за хвилину, виконують відпал при температурі 500-700 °C протягом 30-120 хвилин. Винахід забезпечує підвищення ресурсу роботи на 50-60 % з одержаних цією технологією електричних контактів, скорочення кількості операцій завантаження-вивантаження у зазначеній технології та дозволяє отримати композиційний матеріал з шаром міді необхідної товщини з дрібнодисперсною структурою без внутрішніх напружень та одночасно знизити його собівартість.

UA 105512 C2



Фиг.

Винахід належить до порошкової металургії, зокрема до способу виготовлення спечених матеріалів на основі міді для електричних контактів, що використовують у низьковольтних та високовольтних електричних апаратах, які комутують ланцюги, переважно змінного струму до 630 Ампер. А більш точно – до способу виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів.

Найбільш близьким до пропонованого за технічною сутністю є спосіб виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, при якому готують порошкову суміш принаймні із двох порошкових компонентів - провідникового та термостійкого, пресують порошкову суміш та отримують заготовку, яку піддають спіканню до отримання композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів (патент РФ № 2063086, МПК 6 H01H33/66, Опубл.1996.06.27).

Недоліком згаданого способу є велика тривалість процесу та, як наслідок, висока вартість отриманого матеріалу для електричних контактів. Велика тривалість процесу зумовлена необхідністю проведення декількох завантажень та вивантажень вакуумної камери для виконання окремих технологічних операцій. Окрім того, якість отриманого матеріалу є недостатньою, зокрема, для виготовлення контактів вакуумних вимикачів, що комутують ланцюги змінного струму навіть до 400 А через неможливість досягнення потрібного ступеню просочування порошкової суміші з провідного та термостійкого матеріалів міддю.

В основу пропонованого винаходу поставлена задача створення такого способу виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, який би дозволив знизити собівартість виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів за рахунок зменшення кількості завантажень та вивантажень вакуумної камери для виконання трьох окремих технологічних операцій за одне завантаження вакуумної камери – нагрівання заготовок в середовищі інертного газу або водню до температури легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь поверхнево-активною речовиною, просочуванням заготовки з порошкової суміші міді та хрому легуючими компонентами до утворення над заготовкою з порошкової суміші міді та хрому шару міді, охолодження отриманої заготовки та її відпалу.

Поставлена задача вирішується пропонованим способом, що як і у відомому способі виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, при якому готують порошкову суміш принаймні із двох порошкових компонентів – провідникового та термостійкого, пресують порошкову суміш та отримують заготовку, яку піддають спіканню до отримання композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, а, відповідно до винаходу, попередньо порошки міді та хрому змішують у високоенергетичному млині до отримання тонкодисперсної гомогенізованої порошкової суміші міді та хрому, отримані порошки пресують до отримання двох пресованих брикетів – одного з суміші порошків міді та хрому, а іншого – з порошку міді, між отриманими пресованими брикетами розташовують джерело легуючих компонентів, суміш нагрівають до температури 700-900 °С у вакуумній камері при розрідженні  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  мм рт.ст. та витримують в таких умовах протягом 30-60 хвилин до видалення шкідливих домішок і/або включень, потім при температурі 1085-1150 °С у середовищі інертного газу або водню, отриманого із гідриду металу, виконують легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь поверхнево-активною речовиною з одночасним просочуванням пресованих брикетів з порошкової суміші міді та хрому легуючими компонентами до утворення над пресованим брикетом порошкової суміші міді та хрому шару міді товщиною 2,5-5,0 мм, отриману заготовку охолоджують від температури просочування 1085-1150 °С до температури 900-920 °С зі швидкістю, яка дорівнює або більша за 20 градусів на хвилину, охолоджену заготовку піддають відпалу при температурі 500-700 °С протягом 30-120 хвилин та отримують заготовку композиційного матеріалу на основі міді для виготовлення електричних контактів.

Ще одною особливістю пропонованого способу є і те, що після отримання двох пресованих брикетів – з суміші порошків міді та хрому та з порошку міді між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді сітки.

Також особливістю пропонованого способу є і те, що після отримання двох пресованих брикетів – з суміші порошків міді та хрому та з порошку міді між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді плівки або фольги.

Особливістю пропонованого способу є і те, що після отримання двох пресованих брикетів – з суміші порошків міді та хрому та з порошку міді між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді вакуумного покриття, нанесеного на поверхню одного з пресованих брикетів через маску.

Ще одною особливістю пропонованого способу, є і те, що легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь виконують поверхнево-активною речовиною наступного складу (в мас. %):

вуглець	- 0,10-0,12
кремній	- 0,06-0,08
марганець	- 1,80-2,00
хром	- 17,0-18,0
нікель	- 8,90-9,00
титан	- 0,70-0,80
залізо	решта.

5 Попередня обробка та змішування порошків міді та хрому в високоенергетичному млині спрямоване на руйнування та деформування вихідних часток порошків, в результаті якої виникають активні поверхні, що мають здатність до "холодного зварювання" та утворення тонкодисперсної гомогенізованої порошкової суміші міді та хрому (Cu-Cr). Така суміш не сегрегує за щільністю при вивантаженні з барабану, транспортуванні та завантаженню до матриці прес-форми. У процесі обробки суміш активується, що інтенсифікує наступні процеси

10 просочування та рідиннофазного спікання. Авторами експериментально винайдені оптимальні режимні параметри термічної обробки порошкової суміші міді та хрому у вакуумній камері. Такими параметрами є температура 700-900 °C, розрідження  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  мм рт.ст. та витримка в даних умовах протягом 30-60 хвилин до видалення шкідливих домішок та/або включень. Так встановлено, що до температури 700 °C та витримці у вакуумній камері менше 30 хвилин у порошковій суміші міді та хрому присутні легколетючі оксиди, які негативно впливають на якість отриманого продукту. Нагрів суміші вище за 900 °C призводить до початку випаровування хрому (при температурі 907 °C) та міді (при температурі 946 °C). Розрідження менше  $10^{-3}$  мм рт.ст. не є ефективним, оскільки зареєстровані випадки окислювання порошків. Розрідження більше за  $10^{-5}$  мм рт.ст. економічно

20 недоцільне тому, що подальше вакуумування не призводить до суттєвого підвищення якості отриманого матеріалу. При витримці порошків у таких умовах протягом менше 30 хвилин зареєстровані випадки неповного видалення шкідливих домішок, зокрема оксидних плівок. Збільшення ж витримки більше за 60 хвилин економічно не обґрунтоване - не призводить до суттєвого підвищення якості отриманого матеріалу.

25 Розміщування між отриманими пресованими брикетами з суміші порошків міді та "міді-хрому" джерела легуючих компонентів дозволяє при наступному нагріві заготовок в середовищі інертного газу при температурі 1085-1150 °C та витримці 15-20 хвилин виконати легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь поверхнево-активною речовиною з одночасним просочуванням брикету з порошкової суміші міді та хрому легуючими

30 компонентами до утворення над брикетом порошкової суміші міді та хрому шару міді товщиною 2,5-5,0 мм. Даний процес відбувається за рахунок покращення змочування хрому міддю, що призводить до більш інтенсивного просочування, до зменшення кількості та розмірів закритих пор в контактному матеріалі, покращенню теплофізичних властивостей та зменшенню часу тривалості процесу. Оптимальна температура у вакуумній камері 1085-1150 °C визначена

35 авторами експериментально. Нижня границя температури у вакуумній камері 1085 °C відповідає температурі плавлення міді, тому не може бути нижчою. Підвищення ж температури вище за 1150 °C призводить до випаровування міді, що зменшує ефективність просочування брикету. Товщина шару міді - 2,5-5,0 мм - над брикетом порошкової суміші міді та хрому визначається майбутніми умовами роботи контактної пари, виготовленої з матеріалу -

40 номінальним струмом, частотою комутацій, характером навантаження. Товщина шару міді задається концентрацією поверхнево-активних компонентів, які направлені на покращення змочування порошку хрому рідкою міддю та зниженням поверхневого натягу розплаву міді - зменшення висоти меніску рідкої міді над поверхнею брикету з суміші порошків хрому та міді, а також кількості самої міді.

45 Наступне охолодження заготовки від температури просочування до температури 900-920 °C проводять зі швидкістю, яка дорівнює або вища за 20 градусів на хвилину з метою фіксації дрібнодисперсної структури хром-міді та міді та зменшення вірогідності утворення усадкових раковин. При швидкості охолодження отриманої заготовки менше за 20 градусів на хвилину, як встановлено експериментально, відбувається збільшення зерна структури майбутньої

50 заготовки, що не дозволяє отримати якісний матеріал. Отриману заготовку матеріалу піддають відпалу при таких оптимальних параметрах - температура 500-700 °C, час 30-120 хвилин. Оскільки тільки при таких параметрах у заготовці зберігається дрібнодисперсна структура та напруження у решітці релаксують. Вказані

оптимальні параметри знайдені авторами експериментально. Так нагрів до температури нижчою за 500 °С та протягом менше 30 хвилин негативно впливає на якість готового продукту, оскільки відмічені випадки неповної релаксації напружень в заготовці. Нагрів до температури вищою за 700 °С та протягом більше 120 хвилин є економічно не виправданим, оскільки, практично не впливає на якість готового продукту.

Джерело легуючих компонентів може бути виконане у вигляді фольги, або сітки, або вакуумного покриття. Його конструкція визначається технологічними можливостями виробника матеріалу. Найбільш перспективною автори вважають конструкцію у вигляді вакуумного покриття, що нанесене на пласку поверхню однієї з заготовок через маску, оскільки це забезпечує отримання і потрібного складу, і заданої кількості легуючих компонентів. Найбільш простою конструкцією є фольга. При цьому достатньо або отримати розплав необхідного складу, або підібрати готовий металевий матеріал, чи сплав у вигляді злитку необхідного складу та кількості легуючих елементів, його нагріву та прокатуванню між валками до отримання фольги необхідної товщини.

Поверхнево-активні речовини застосовують у кількості 1-3 мас. % від загальної маси контактного матеріалу для покращення змочування та активації процесу спікання та просочування.

Склад та кількість легуючих компонентів для легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь вибирають експериментально за умови покращення змочування міжфазної границі розплавом міді та зниження поверхневого натягнення розплаву міді в суміші порошків хром-мідь. Такими речовинами для розплавів хром-мідь - мідь можуть бути речовини на основі кремнію, марганцю, нікелю та підбираються експериментально, виходячи з технологічних можливостей виробника матеріалу та умов роботи майбутнього контактного матеріалу.

Як приклад, автори використали для легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь джерело легуючих компонентів наступного складу (в мас. %):

вуглець	- 0,10-0,12
кремній	- 0,06-0,08
марганець	- 1,80-2,00
хром	- 17,0-18,0
нікель	- 8,90-9,00
титан	- 0,70-0,80
залізо	решта.

На фіг. показана заготовка електроконтактного матеріалу Cu-Cr з підшаром міді, виготовлена пропонуванним способом.

Приклад. Виготовляли композиційний матеріал на основі міді для електричних контактів. При цьому брали порошки міді електролітичної ГОСТ- 4960-75 марки ПМС-1 з вмістом міді - 99,72мас % та порошок хрому марки ПХ-1М, сертифікат № 22-03 від 02.10.2008 р.

Операції змішування та розмелу порошків міді та хрому проводили у високоенергетичному млині. Як пристрою для змішування та розмелу порошків можуть бути використані планетарний млин, атритор, кульовий млин та ін. Режими змішування (швидкість обертання робочих тіл, час змішування, співвідношення маси куль до маси матеріалу та ін.) підбирали експериментально. При цьому зусилля впливу куль на складові порошкового матеріалу, що оброблювали, перевищувало границю міцності на стиск та зсув пластичної міді та твердого хрому. Кількість порошку міді (Cu), що вводили до хрому (Cr) під час приготування суміші складала 10-40 мас. % в залежності від вмісту Cr у композиції контактного матеріалу з збільшенням вмісту Cr у композиції Cu-Cr від 45 до 70 мас. %, кількість міді у суміші Cu-Cr зменшували від 40 до 10 мас. %, відповідно. В результаті обробки та змішування порошків міді та хрому у високоенергетичному млині відбувалося руйнування та деформування вихідних часток порошків, в результаті якого створювалися активні поверхні, здатні до "холодного зварювання" мікрогранул, що призводило до утворення тонкодисперсної гомогенізованої порошкової суміші міді та хрому (Cu-Cr). Така суміш не сегрегувала по щільності під час вивантаження з барабану, транспортуванні та завантаженні до матриці прес-форми. У процесі обробки суміш активувалася, що інтенсифікувало подальші процеси просочування та рідиннофазного спікання.

Для отримання брикетів необхідної форми та розмірів порошкову суміш Cu-Cr піддавали пресуванню у прес-формах. Концентрація Cu у суміші Cu-Cr та кінцева пористість пресованого брикету є основними параметрами, що визначають кількість Cr у композиційному матеріалі, що виготовляють, після отримання заготовки, просоченої розплавом міді. Мінімальна кількість Cr у композиційному матеріалі Cu-Cr, виготовленому за принципом утворення жорсткого каркасу із

Cr, просоченого Cu, складала приблизно 45 мас. % у відповідності до щільності Cr-7,15 г/см<sup>3</sup> та Cu-8,93г/см<sup>3</sup>.

Максимальна кількість Cr у композиційному матеріалі визначають можливістю формування сирого брикету з мінімальною кількістю Cu в суміші Cu-Cr та мінімальною пористістю пресованого брикету без його розтріскування й складає приблизно 70 мас. %. Пресування заготовок Cu-Cr проводять тиском від 2 до 8 тон на сантиметр квадратний. Збільшення тиску пресування більше за 8 тон на сантиметр квадратний призводить до розшарування спресованих заготовок. Зі збільшенням концентрації Cr в композиційному матеріалі тиск пресування збільшують. Для просочення заготовок пресують брикети із порошку (стружки) міді спільно з джерелом легуючих компонентів. Джерело легуючих компонентів для рівномірного розподілення поверхнево-активних елементів на міжфазній границі Cr-Cu та зручності пресування виготовляють у вигляді фольги, сіток різної форми, дискретного вакуумного покриття. Таке покриття може бути нанесене відомими способами, наприклад, способом, описаним у статті: Гнесин Г.Г., Ляшенко Б.А., Фоменко С.Н. и др. "Износостойкость керамических режущих инструментов на основе нитрида кремния со сплошными и дискретными нитридотитановыми покрытиями". - Порошковая металлургия. -1997. - № 11/12. - С.93-96. При цьому на нижній пуансон прес-форми кладуть сітку або фольгу з легуючих компонентів, засипають необхідною кількістю порошку чи стружки міді, пресують композиційну заготовку при тиску 1,5-3,0 тон на сантиметр квадратний.

Джерело легуючих компонентів для рівномірного розподілення поверхнево-активних елементів на міжфазній границі Cr-Cu та зручності пресування виготовляють у вигляді фольги, сіток різної форми, вакуумного покриття.

Термовакuumна обробка:

Термовакuumній обробці піддавали спільно, з'єднані разом пористий брикет з суміші порошоків Cu-Cr, мідний брикет з порошку Cu та джерело легуючих компонентів, розташоване між брикетами. Брикети упаковували до контейнера, виготовленого із матеріалу, який не взаємодіє з розплавом Cu та Cr. На верхню поверхню брикету клали мідний брикет таким чином, щоб сітка з поверхнево-активною речовиною дотикалась з поверхнею Cu-Cr заготовки. Контейнер розміщували у камері вакуумної печі. Термовакuumну обробку проводили у вакуумній камері при розрідженні 10<sup>-5</sup> мм рт. ст. при температурі 800 °C протягом 60 хвилин для видалення із заготовок адсорбованих газів, летючих компонентів, руйнування та видалення оксидних плівок. Після нагрівання та витримки протягом 60 хвилин до вакуумної камери через натікач впускали інертний газ або водень, отриманий з гідриду металу, до створення тиску 200 мм рт. ст. та підвищували температуру до 1150 °C зі швидкістю 10-15 градусів на хвилину.

Просочування.

В інтервалі температур 1085-1150 °C в середовищі інертного газу або водню відбувається плавлення міді та легування міжфазної границі хром-мідь (Cr-Cu) поверхнево-активними компонентами, рідиннофазне спікання брикетів та їх просочування міддю. У згаданому інтервалі температур проводили витримку заготовки протягом 10-20 хвилин. Оптимальний час витримки обирали експериментально в залежності від маси, теплоємності заготовки та тиску газового середовища. Кількість міді, що необхідна для просочування заготовки (каркасу) розраховували виходячи з її кінцевої пористості і кількості міді, що необхідна для утворення шару товщиною 2,5-5 мм, призначеного для відводу теплового потоку з робочої поверхні майбутнього контактного вузла і приварювання або пайки контакту до виводів вакуумної дугогасильної камери.

У прикладі джерело легуючих компонентів виготовлене у вигляді сітки такого складу, в мас. %: C-0,12, Si-0,08, Mn-2,0, Cr-18,0, Ni-9,0, Ti-0,8, Fe - до 100,0. Маса джерела легуючих компонентів складає від 1,0 до 3,0 мас. % від загальної маси контактної матеріалу. Присутність джерела легуючих компонентів направлена на покращення просочуваності та активізацію процесів спікання.

Охолодження.

Для отримання заготовок з дрібнодисперсною структурою охолодження просочених заготовок Cu-Cr проводили від температури просочування до температури кристалізації зі швидкістю 20-28 град/хвилину.

Для зняття внутрішніх напружень проводили відпалювання конструкції в інертному середовищі при температурі 650-670 °C протягом 120 хвилин.

Таким чином, запропонований винахід дозволив вирішити задачу створення такого способу виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, собівартість яких нижча за контакти, матеріал для яких виготовлений по способу-аналогу за рахунок створення умов для зменшення кількості завантажень та вивантажень вакуумної камери на

виконання трьох окремих технологічних операцій за одне завантажування вакуумної камери - нагрівання заготовок у середовищі інертного газу або водню до температури легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь поверхнево-активною речовиною, просочування заготовки із порошкової суміші міді та хрому легуючими компонентами до утворення над заготовкою порошкової суміші міді та хрому шару міді, охолодження отриманої заготовки та її відпал.

Отриманий контактний композиційний матеріал випробовували на контактах контакторів, що працюють у силових мережах рухомого складу залізничного транспорту України. Ресурс контактів, виготовлених із контактного композиційного матеріалу, що пропонується, виявився вищим за традиційні контакти на 50-60 %.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виготовлення композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, при якому готують порошкову суміш принаймні з двох порошкових компонентів - провідникового та термостійкого, пресують порошкову суміш та отримують заготовку, яку піддають спіканню до отримання композиційного матеріалу на основі міді для електричних контактів, який **відрізняється** тим, що попередньо порошки міді та хрому змішують у високоенергетичному млині до отримання тонкодисперсної гомогенізованої порошкової суміші міді та хрому, отримані порошки пресують до отримання двох пресованих брикетів - одного з суміші порошків міді та хрому, а іншого - з порошку міді, між отриманими пресованими брикетами розташовують джерело легуючих компонентів, суміш нагрівають до температури 700-900 °С у вакуумній камері при розрідженні  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  мм рт. ст. та витримують в таких умовах протягом 30-60 хвилин до видалення шкідливих домішок і/або включень, потім при температурі 1085-1150 °С у середовищі інертного газу або водню, отриманого з гідриду металу, виконують легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь поверхнево-активною речовиною з одночасним просочуванням пресованих брикетів з порошкової суміші міді та хрому легуючими компонентами до утворення над пресованим брикетом порошкової суміші міді та хрому шару міді товщиною 2,5-5,0 мм, отриману заготовку охолоджують від температури просочування 1085-1150 °С до температури 900-920 °С зі швидкістю, яка дорівнює або більша за 20 градусів на хвилину, охолоджену заготовку піддають відпалу при температурі 500-700 °С протягом 30-120 хвилин та отримують заготовку композиційного матеріалу на основі міді для виготовлення електричних контактів.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після отримання двох пресованих брикетів - з суміші порошків міді, та хрому і з порошку міді, між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді сітки.

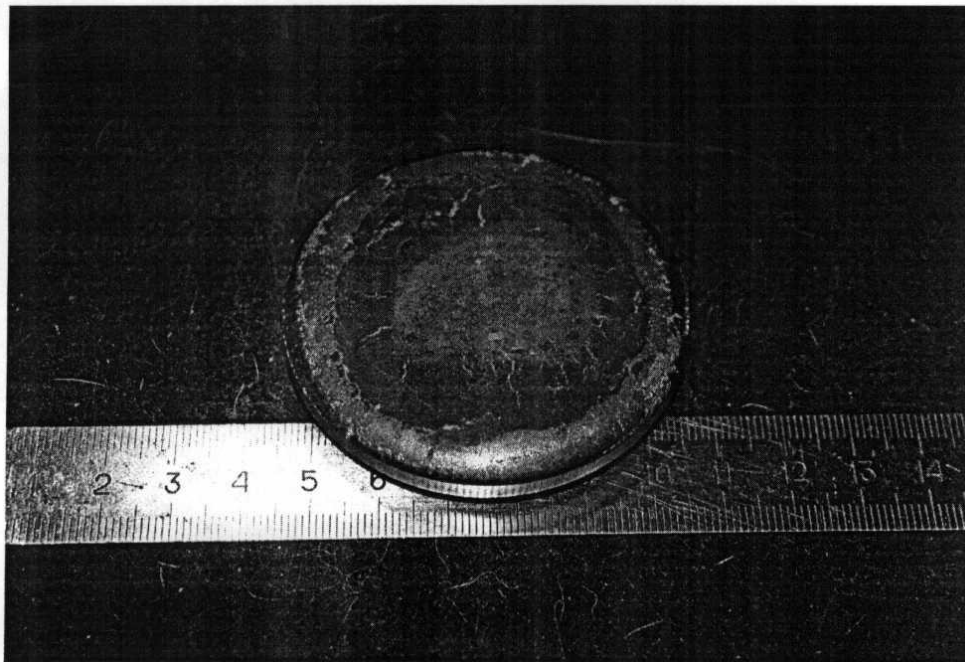
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після отримання двох пресованих брикетів - з суміші порошків міді, та хрому і з порошку міді, між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді фольги.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після отримання двох пресованих брикетів - з суміші порошків міді, та хрому і з порошку міді, між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді покриття, яке наносять на поверхню одного з пресованих брикетів.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після отримання двох пресованих брикетів - з суміші порошків міді та хрому і з порошку міді, між ними розміщують джерело легуючих компонентів, що виготовлене у вигляді покриття, яке наносять на поверхню одного з пресованих брикетів через маску.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що легування міжфазної границі порошкових компонентів хром-мідь виконують поверхнево-активною речовиною наступного складу, мас. %:

вуглець	0,10-0,12
кремній	0,06-0,08
марганець	1,80-2,00
хром	17,0-18,0
нікель	8,90-9,00
титан	0,70-0,80
залізо	решта.



Фиг.

---

Комп'ютерна верстка В. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601