



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52478 (13) A

(51) 6 C22C 1/04, C22C 9/00,  
B22F 7/02, B22F 7/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ "РОМАНІТ-С", СПОСІБ ЙОГО ОТРИМАННЯ І ЕЛЕМЕНТ ВУЗЛА ТЕРТЯ, ВИКОНАНОГО З АНТИФРИКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

1

2

(21) 2002064899

(22) 14 06 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р

(72) Романов Сергій Михайлович, Романов Дмитро Сергійович

(73) Романов Сергій Михайлович, Романов Дмитро Сергійович

(57) 1 Антифрикційний матеріал, що виконаний у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, які містять мідь і графіт, який відрізняється тим, що він додатково включає сірку, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

ферофосфор	0,5 - 10,0
сірка	0,5 - 12,0
залізо	10,91 - 26,25
графіт	0,16 - 5,16
гранули	2,0 - 24,0
мідь	решта

при цьому гранули мають розмір 0,4 - 2,0 мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас %

мідь	37,0 - 60,0
графіт	решта

2 Спосіб отримання антифрикційного матеріалу, що включає отримання гранул шляхом гранулювання першої суміші порошків, яка містить порошки графіту і міді, змішування гранул з другою сумішшю порошків, яка містить порошки ферофосфору, заліза, графіту і міді, формування і спікання отриманої шихти, який відрізняється тим, що першу суміш порошків, яка містить, мас %

порошок міді	37,0 - 60,0
порошок графіту	решта

гранулюють з отриманням гранул розміром 0,4 - 2,0 мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, яка додатково включає сірку, при наступному співвідношенні компонентів, мас %

ферофосфор	0,65 - 10,23
сірка	0,65 - 12,27
залізо	14,36 - 26,79

графіт	0,21 - 5,26
мідь	решта

при співвідношенні компонентів, мас %

гранули	2,0 - 24,0
---------	------------

друга суміш порошків

решта

3 Спосіб за п. 2, який відрізняється тим, що першу суміш порошків гранулюють шляхом пропускання між калібрувальними валками прокатного стану

4 Спосіб за одним із пп. 2, 3, який відрізняється тим, що шихту формують шляхом прокатування дозованими порціями між валками прокатного стану

5 Спосіб за одним із пп. 2 - 4, який відрізняється тим, що шихту сплавляють при температурі 900 - 1070 °С в середовищі захисного газу

6 Елемент вузла тертя, що містить несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу з спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, які містять мідь і графіт, який відрізняється тим, що антифрикційний матеріал додатково включає сірку, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

ферофосфор	0,5 - 10,0
сірка	0,5 - 12,0
залізо	10,91 - 26,25
графіт	0,16 - 5,16
гранули	2,0 - 24,0
мідь	решта

при цьому гранули мають розмір 0,4 - 2,0 мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас %

мідь	37,0 - 60,0
графіт	решта

7 Елемент вузла тертя за п. 6, який відрізняється тим, що несучий елемент виконаний з низьковуглецевої сталі

8 Елемент вузла тертя за п. 7, який відрізняється тим, що несучий елемент має товщину 1 - 250 мм

9 Елемент вузла тертя за одним із пп. 6 - 8, який відрізняється тим, що товщина шару антифрикційного матеріалу становить 0,7 - 15 мм

(13) A

(11) 52478

(19) UA

Винахід відноситься до антифрикційного матеріалу, способу його отримання і елемента вузла тертя, виконаного з використанням антифрикційного матеріалу. Більш детально винахід відноситься до антифрикційних матеріалів, що отримуються методом порошкової металургії, які застосовуються в машинобудуванні в елементах вузлів тертя, різних машин, механізмів і обладнання, а також в струмозмінальних елементах.

У патенті Російської Федерації № 2049687 описаний антифрикційний матеріал і спосіб отримання антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному співвідношенні компонентів, мас %

Фосфор	0,48 - 1,20
Залізо	9,6 - 12,00
Цинк	2,4 - 16,00
Графіт	10,5 - 25,00
Мідь	решта

При цьому 10 - 21 мас % графіту і 9,0 - 15,0 мас % міді входять в матеріал у вигляді гранул розміром 0,4 - 2,0 мм

Недоліком описаного матеріалу і способу його отримання є низька механічна міцність антифрикційного матеріалу, що отримується, оскільки цинк, який входить до складу цього матеріалу, не дозволяє підняти температуру спікання вище за 820°C через інтенсивне випаровування цинку, а для отримання матеріалу на мідній основі з високими механічними властивостями, утримуючого 9,6 - 12,0 мас % заліза, температура спікання не повинна бути нижче за 1000°C

У деклараційному патенті України № 42952 від 15.11.2000 р., описаний антифрикційний матеріал, елемента вузла тертя і спосіб отримання антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять дисульфід молібдену, мідь і графіт, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

Фосфор	0,33 - 1,35
Залізо	11,08 - 30,30
Графіт	0,16 - 5,16
Гранули	2,0 - 24,0
Мідь	решта

при цьому гранули мають розмір 0,4 - 1,6 мм і додатково містять дисульфід молібдену при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас %

Дисульфід молібдену	0,01 - 23,0
Мідь	14,0 - 37,0
Графіт	решта

Даний спосіб включає отримання гранул шляхом гранулювання першої суміші порошків, що містить порошки графіту, дисульфиду молібдену і міді, змішування гранул з другою сумішшю порошків, що містить порошки фосфору, заліза, графіту і міді, формування і спікання отриманої шихти

Недоліком описаного матеріалу, способу його отримання і елемента вузла тертя, виконаного з використанням цього матеріалу, є низька механічна міцність антифрикційного матеріалу, яка зумовлена тим, що фосфор, який входить до складу

цього матеріалу, не дозволяє підняти температуру спікання вище за 900°C через інтенсивне утворення мідно-фосфористої евтектики при температурі понад 707°C і утворення рідкої фази. При збільшенні температури спікання вище за 900°C швидкість утворення рідкої фази буде в декілька разів перевищувати швидкість утворення твердого розчину фосфору в  $\alpha$ -залізі і швидкість розчинення фосфору в міді по розчинному механізмі. Тобто відбувається утворення великої кількості дріпниць, що містять рідку фазу, що в свою чергу приводить до вздуття, утворення пазирів, які розривають антифрикційний матеріал, порушують цілісність структури антифрикційного матеріалу, і зрештою приводять до руйнування антифрикційного матеріалу

Для отримання антифрикційного матеріалу на мідній основі з високими механічними властивостями, утримуючого 11,08 - 30,30 мас % заліза, температура спікання не повинна бути нижче за 1000°C

Крім того, як показує досвід, введення дисульфиду молібдену в гранули значно знижує антифрикційні властивості матеріалу

Під час тертя температура в зоні контакту досягає 800°C, а дисульфід молібдену, незважаючи на введення в гранули, коксується вже при температурі понад 400°C, що різко погіршує антифрикційні властивості матеріалу через погіршення процесу утворення розділової плівки на сполучній поверхні

Найбільш близьке рішення відоме із заявки на видачу патента України № 2001096395 від 18.09.2001 р., де описаний антифрикційний матеріал, елемента вузла тертя і спосіб отримання антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

Ферофосфор	0,5 - 5,4
Залізо	10,91 - 26,25
Графіт	0,16 - 5,16
Гранули	2,0 - 24,0
Мідь	решта

Недоліком описаного матеріалу, способу його отримання і елемента вузла тертя, виконаного з використанням цього матеріалу, є неможливість його роботи у відсутності мастила. Розділова плівка, що з'являється на поверхні контактуючої пари, не має достатньої міцності, що запобігти зносу контактуючої пари у відсутності мастила

У основу винаходу поставлена задача створити антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків ферофосфору  $\text{Fe}_3\text{P}$ , сірки, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, шляхом підбору співвідношення вищеперелічених компонентів, що дозволяє отримати антифрикційний матеріал, який володіє високою механічною міцністю, зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя і забезпечує утворення на поверхні матеріалу розділових плівок, що запобігають зносу контактуючої пари у відсутності мастила

Іншою задачею винаходу є створення способу

отримання антифрикційного матеріалу з вищезгаданими характеристиками

Ще однією задачею винаходу є створення елемента вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, який володіє високою механічною міцністю, зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя і забезпечує утворення на поверхні матеріалу міцних розділових плівок, що запобігають зносу контактуючої пари у відсутності мастила

Поставлена задача вирішується тим, що в антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, які містять мідь і графіт, додатково включена сірка, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

Ферофосфор	0,5 - 10,0
Сірка	0,5 - 12,0
Залізо	10,91 - 26,25
Графіт	0,16 - 5,16
Гранули	2,0 - 24,0
Мідь	решта

При цьому гранули мають розмір 0,4 - 2,0мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас %

Мідь	37,0 - 60,0
Графіт	решта

Інша задача вирішується тим, що у відомому способі отримання антифрикційного матеріалу, що включає отримання гранул шляхом гранулювання першої суміші порошків, яка містить порошки графіту і міді, змішування гранул з другою сумішшю порошків, яка містить порошки ферофосфору, заліза, графіту і міді, формування і спікання отриманої шихти, першу суміш порошків при наступному співвідношенні компонентів, мас %

Порошок міді	37,0 - 60,0
Порошок графіту	решта

гранулюють, наприклад, шляхом пропущення між калібрувальними валками прокатного стану, з отриманням гранул розміром 0,4 - 2,0мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, яка додатково містить порошки сірки, при наступному співвідношенні компонентів, мас %

Ферофосфор	0,65 - 10,23
Сірка	0,65 - 12,27
Залізо	14,36 - 26,79
Графіт	0,21 - 5,26
Мідь	решта

при співвідношенні компонентів, мас %

Гранули	2,0 - 24,0
---------	------------

Друга суміш порошків

решта

і отриману шихту формують, наприклад, шляхом прокатування дозованими порціями між валками прокатного стану разом із сталевим листом і спікають

Ще одна задача вирішується тим, що елемент вузла тертя, включаючий несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу з спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, які містять мідь і графіт, додатково включає сірку, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас %

Ферофосфор	0,5 - 10,0
Сірка	0,5 - 12,0

Залізо	10,91 - 26,25
Графіт	0,16 - 5,16
Гранули	2,0 - 24,0
Мідь	решта

при цьому гранули мають розмір 0,4 - 2,0мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас %

Мідь	37,0 - 60,0
Графіт	решта

Переважаючий несучий елемент виконаний з низьковуглецевої сталі і має товщину 1 - 250мм

Найбільш переважно товщина шара антифрикційного матеріалу становить 0,7 - 15мм

Застосування міді як основи антифрикційного матеріалу зумовлене її високою теплопровідністю, хорошими антифрикційними властивостями і високою корозійною стійкістю

Вміст заліза в матеріалі в межах 10,91 - 26,25мас % забезпечує отримання міцного сталевго каркаса

Графіт виконує роль твердого мастила

Використання гранул в матеріал дозволяє збільшити кількість графіту в матеріалі без істотного зменшення міцності антифрикційного матеріалу

Вибір ферофосфору як компонента антифрикційного матеріалу і його співвідношення зумовлено тим, що він розкладається на γ-залізо і рідкий фосфор при температурі 1020°C, див Хансен М, Андерко До Структура подвійних сплавів — М. Металургіздат — 1967 — Ч 1 — 607с Отже введення ферофосфору дозволяє підняти температуру спікання антифрикційного матеріалу з 900°C до 1020°C, що в свою чергу дозволяє отримати антифрикційний матеріал з високими механічними властивостями, високою зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя, здатністю утворювати на поверхні матеріалу розділові плівки, що запобігають зносу контактуючої пари

Ферофосфор сприяє підвищенню несучої здатності міді, стабілізує усадку, збільшує плотність матеріалу, зміцнює сталевий каркас

Вибір сірки, як компонента антифрикційного матеріалу, і її співвідношення зумовлено тим, що вона сприяє при температурі спікання створенню перлитно-феритних структур сталевго каркасу з переважанням микродисперсного перлиту, див Федорченко И М, Пугина Л И Композиционные спеченные антифрикционные материалы — К Наукова думка, 1980 — 404 с Сірка, яка взаємодіє з міддю і залізом, створює сульфід міді  $\text{Cu}_2\text{S}$  і сульфід заліза  $\text{FeS}$ , які виконують роль твердого мастила В результаті створення сульфідів міді і сульфідів заліза зростає вміст твердого мастила в антифрикційному матеріалі у 2 - 3 рази без зменшення міцності матеріалу, що в свою чергу дозволяє отримати антифрикційний матеріал з високими механічними властивостями, високою зносостійкістю, дуже низьким коефіцієнтом тертя, здатністю утворювати на поверхні матеріалу розділові плівки, що запобігають зносу контактуючої пари при роботі без мастила

Процентний вміст сірки вибрали виходячи з того, що сіра створює з міддю і залізом сульфід міді і сульфід заліза, що сприяє підвищенню несучої здатності міді При чому з 0,5мас % сірки утворюється 2% сульфідів міді і 0,2% сульфідів

заліза, а з 12мас % сірки утворюється до 40% сульфідів міді і 4% сульфідів заліза

Винахід дозволяє створити антифрикційний матеріал, спосіб його отримання і елемент вузла тертя з напеченим шаром антифрикційного мате-

ріалу, який володіє високою механічною міцністю, зносостійкістю, дуже низьким коефіцієнтом тертя, здатністю утворювати на поверхні матеріалу розділові плівки, що запобігають зносу контактуючої пари при роботі без мастила

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
(044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»  
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
(044) 216 – 32 – 71