



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60888 (13) C2

(51) МПК (2006)

C22C 1/04

B22F 7/04 (2006.01)

F16C 33/04

C22C 1/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ РОМАНІТ-СТ, СПОСІБ ЙОГО ОДЕРЖАННЯ І ЕЛЕМЕНТ ВУЗЛА ТЕРТЯ

1

2

(21) 2003032627

(22) 26.03.2003

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Романов Сергій Михайлович, Романов Дмитро Сергійович

(73) Романов Сергій Михайлович, Романов Дмитро Сергійович

(56) UA 47235, А, 17.06.2002

UA 52478, А, 16.12.2002

SU 1198130, А, 15.12.85

(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 містить скло, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
скло	0,5-25,0
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.

2. Антифрикційний матеріал за п.1, який відрізняється тим, що як скло містить порошок силікатного скла або кварцового скла, або пірекса, або рідке скло.

3. Спосіб одержання 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 одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, яка додатково містить порошок скла, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

ферофосфор	0,65-5,52
скло	0,65-26,79
залізо	14,36-26,79
графіт	0,21-5,26
мідь	решта,

при наступному співвідношенні, мас. частин:

гранули : друга суміш порошків 1:50 - 1:3.

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

5. Спосіб за п.3, який відрізняється тим, що шихту сплавляють при температурі 830-1100°C в середовищі захисного газу.

6. Елемент вузла тертя, що включає 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 містить скло, при наступному вмісті компонентів, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
скло	0,5-25,0
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 вуглецевої сталі.

8. Елемент вузла тертя за п.6, який відрізняється тим, що несучий елемент має товщину 1-250мм.

(13) C2

(11) 60888

(19) UA

9. Елемент вузла тертя за п.6, який **відрізняється** тим, що товщина шару антифрикційного матеріалу становить 0,7-25 мм.

Винахід відноситься до області порошкової металургії і машинобудування, зокрема до антифрикційних матеріалів, вузлів тертя різних машин, що використовуються в елементах, механізмів і обладнання.

Аналіз науково-технічної інформації показав, що, незважаючи на велику кількість антифрикційних матеріалів, відсутні матеріали для особливо важких умов роботи різних машин, механізмів, обладнання.

Нормальна експлуатація антифрикційних матеріалів у важко навантажених вузлах тертя ковзання і при високих швидкостях ковзання, можлива у разі надто низького коефіцієнта тертя високої зносостійкості сполучних поверхонь.

Відомий антифрикційний матеріал і спосіб отримання антифрикційного матеріалу [п. Російської Федерації №2049687] у вигляді спечених порошоків 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	10,5-5,00
мідь	інше.

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

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

Відомий антифрикційний матеріал елемента вузла тертя і спосіб отримання антифрикційного матеріалу [п. України №42953А] у вигляді спечених порошоків фосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять дисульфід молібдену, мідь і графіт, при наступному вмістом 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	інше.

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

дисульфід молібдену	0,01-23,0
мідь	14,0-37,0
графіт	інше.

Даний спосіб включає отримання гранул шляхом гранулювання першої суміші порошоків, що містить порошки графіту, дисульфіда молібдену і міді, змішування гранул з другою сумішшю порош-

ків, що містить порошки фосфору, заліза, графіту і міді, формування і сплавлення отриманої шихти.

Недоліком даного способу отримання антифрикційного матеріалу і елемента вузла тертя є низька механічна міцність антифрикційного матеріалу, яка зумовлена тим, що входить до складу цього матеріалу фосфор не дозволяє підняти температуру сплавлення вище за 900°C через інтенсивну утворення мідно-фосфористий евтектики при температурі понад 707°C і утворення рідкої фази. Для отримання антифрикційного матеріалу на мідній основі з високими механічними властивостями, утримуючого 11,08-30,30мас.% заліза, температура сплавлення не повинна бути нижчою за 1000°C. Крім того, як показує досвід, введення дисульфіда 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 з'єднувальній поверхні.

Найбільш близьким до рішення, що заявляється є відомий антифрикційний матеріал вузла тертя і спосіб отримання антифрикційного матеріалу, вибраний як прототип [п. України №47235А від 17.06.2002р.], отриманого у вигляді спечених порошоків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному вмістом 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	інше.

Недоліком даного матеріалу, способу його отримання і елемента вузла тертя, отриманого з використанням цього матеріалу, є його пористість в межах 7-10%, внаслідок чого отримують не достатню його механічну міцність при використанні у вузлах тертя різних машин, механізмів і обладнання, працюючих в особливо важких умовах.

У основу винаходу поставлена задача створення такого антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошоків ферофосфору Fe<sub>3</sub>P, залоза, графіту, міді з локалізованими включеннями гранул, що містить мідь і графіт, в якому шляхом додатково введення скла і відповідного підбору компонентів отримують антифрикційний безпористий матеріал з високою механічною міцністю.

Іншою задачею винаходу є створення такого способу отримання антифрикційного матеріалу, в якому шляхом гранулювання першої суміші порошоків до певного розміру гранул і змішування з другою сумішшю порошку, що містить скло, при певному співвідношенні цих сумішей, досягається висока механічна міцність матеріалу і утвориться безпористий матеріал.

Ще однією задачею винаходу є створення такого елемента вузла тертя, в якому шляхом вико-

ристання антифрикційного матеріалу, отриманого шляхом певного підбору компонентів і певного способу отримання цього матеріалу, досягається отримання на поверхні матеріалу розділової плівки, що запобігає зносу контактуючих пар тертя і забезпечує роботу в особливо важких умовах.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому антифрикційному матеріалі у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, які містять мідь і графіт, згідно з винаходом він додатково містить скло, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
скло	0,5-25,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
мідь	інше,
при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас. %:	
мідь	37,0-60,0
графіт	інше.

Переважає як скло використати порошок силікатного скла, або кварцового скла, або пирекса, або рідке скло.

Ще одна задача вирішується тим, що у відомому способі отримання антифрикційного матеріалу, що включає отримання гранул шляхом гранулювання першої суміші порошків, що містить порошки графіту і міді, змішування гранул з другою сумішшю порошків, що містить порошки ферофосфору, заліза, графіту і міді, формування отриманої шихти на сталій підкладці і сплавлення разом з підкладкою, згідно з винаходом першу суміш порошків, що містить, мас. %:

порошок міді	37,0-60
порошок графіту	інше,
гранулюють з отриманням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, яка додатково містить порошок скла, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:	
ферофосфор	0,65-5,52
скло	0,65-26,79
залізо	14,36-26,79
графіт	0,21-5,26
мідь	інше,
при наступному співвідношенні, мас. частин:	

гранули: друга суміш порошків 1:50-1:3

Переважає першу суміш порошків гранулюють шляхом пропускання між каліброваними валками прокатного стану.

Переважає шихту спікають при температурі 830-1100°C в середовищі захисного газу.

Ще одна задача вирішується тим, що у відомому елементі вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу з спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, згідно з винаходом антифрикційний матеріал додатково містить скло, при наступному змісті компонентів, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
скло	0,5-25,0
залізо	10,91-26,25

графіт 0,16-5,16  
гранули 2,0-24,0  
мідь інше,  
при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас. %:

мідь	37,0-60,0
графіт	інше.

Переважає несучий елемент виконувати з вуглецевої сталі.

Переважає несучий елемент має товщину 1-250мм.

Крім того, товщина шара антифрикційного матеріалу становить 0,7-25мм.

Введення скла в антифрикційний матеріал сприяє тому, що при сплавленні порошкових матеріалів на кордоні розділу твердої металевої і рідкої скляної фаз відбувається взаємодія вільного кремнезему з оксидами металів. Розплавлене скло добре змочує всі метали при наявності на поверхні плівки оксидів при досягненні температури, достатній для взаємодії оксидів і кремнезему розплаву, яка значно нижче за температуру плавлення основного металу - міді. При цьому процеси сплавлення антифрикційного матеріалу значно активізуються і підкоряються і загальним закономірностям сплавлення. Внаслідок хімічної взаємодії оксидів металевої фази і скла утворюються мінерали типу файалита  $Fe_2SiO_4$ , тобто в процесі сплавлення відбувається ситаллізація сталювого каркаса антифрикційного матеріалу з підвищенням його твердості з 6,5-7,2 до 10,5-12,0Гпа і міцність неметалічного наповнювача. Слідством хімічної взаємодії оксидів і скла є рафінування поверхні металевих часток, що в 1,5-2,0 рази збільшує дифузні зв'язки між ними, і, отже, в 1,5-2,0 рази збільшується міцнісна характеристики антифрикційного матеріалу. Цей антифрикційний матеріал має яскраво виражену гетерогенну структуру. Структура металевої матриці аналогічна структурі матеріалів, що не містять скляну фазу (при їх однакових хімічних складі і технології отримання). Скляні частки в процесі сплавлення змінюють свою форму з осколковою на більш округлу і їх середній розмір зростає з 1-10 до 20-60мкм, заповнюючи пори антифрикційного матеріалу. При заповненні пір скляна фаза ситаллізується і різко підвищує загальну міцність антифрикційного матеріалу.

Процентний зміст скла вибрано виходячи з того, що збільшення міцнісних характеристик антифрикційного матеріалу розпочинається при введення в його склад більше за 0,5мас. % скла, а при збільшенні його змісту понад 25мас. % відбувається зниження міцності, що приводить до зниження загальної міцності матеріалу.

У якості скло використовують порошок силікатного скла, або кварцового скла, або пирекса, або рідке скло.

У результаті отримують безпористий антифрикційний матеріал з високою механічною міцністю.

Гранулювання першої суміші порошків до розміру гранул 0,4-2,0мм шляхом пропускання між каліброваними валками прокатного стану і змішання далі з другою сумішшю порошків, що містять додатково скло, сплавлення отриманої шихти при температурі 830-1100°C в середовищі захис-

ного газу, дозволяє отримати в кінцевому результаті антифрикційний матеріал, що володіє високою механічною міцністю і зносостійкістю, з низьким коефіцієнтом тертя.

Вузол тертя з несучим елементом з напеченим шаром антифрикційного матеріалу дозволяє отримати на поверхні матеріалу розділову плівку, що запобігає зносу контактуючих пар тертя і забезпечує роботу в особливо важких умовах.

Антифрикційний матеріал згідно з винаходом отримують таким чином:

Суміш порошків графіту і міді в кількості, мас. %:

мідь	37,0-60,0
графіт	інше,

пропускають між каліброваними валками прокатного стану для отримання гранул розміром 0,4-2,0 мм. Гранули змішують з другою сумішшю порошків, що містить мас. %:

феррофосфор	0,5-5,4
стекло	0,5-25,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0

мідь

інше.

При цьому співвідношення гранул і другої суміші порошків вибирають 1:50-1:3.

Отриману шихту сплавляють при температурі 830-1100°C в проходній печі в середовищі захисного газу.

Для отримання елемента вузла тертя отриману шихту насипають через дозатор на підготовлену по спеціальній технології поверхню сталю листу (підкладку) з вуглецевої сталі потрібної форми товщиною 1-250 мм, пресують і потім сплавляють при температурі 830-1100°C в проходній печі в середовищі захисного газу. При цьому товщина антифрикційного матеріалу елемента вузла тертя становить 0,7-25 мм.

Таким чином, винахід дозволяє створити безпори́стий антифрикційний матеріал, здійснити спосіб його отримання і створити елемент вузла тертя з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, який володіє високою механічною міцністю, зносостійкістю, дуже низьким коефіцієнтом тертя, здатністю утворювати на поверхні матеріалу розділову плівку, які запобігають зносу контактуючої пари при роботі без змазки в особливо важких умовах.