



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42952 (13) A

(51) 7 C22C1/04, C22C9/00, B22F7/02,
B22F7/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ РОМАНІТ, СПОСІБ ЙОГО ОТРИМАННЯ І ЕЛЕМЕНТ ВУЗЛА ТЕРТЯ

(21) 2000063789

(22) 27.06.2000

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Романов Сергій Михайлович, Романов Дмитро
Сергійович(73) Романов Сергій Михайлович, UA, Романов
Дмитро Сергійович, UA(57) 1. Антифрикційний матеріал у вигляді спече-
них порошоків фосфору, заліза, графіту і міді з ло-
калізованими вклученнями гранул, що містять
мідь і графіт, який відрізняється тим, що вміст
компонентів в матеріалі складає, 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 дода-
тково містять дисульфід молібдену при наступно-
му вмісті компонентів в тілі гранул, мас. %:

дисульфід моліб-	
дену	0,01-23,0
мідь	14,0-37,0
графіт	решта.

2. Спосіб отримання антифрикційного матеріалу,
що включає отримання гранул шляхом гранулю-
вання першої суміші порошоків, що містить порошки
графіту і міді, змішування гранул з другою суміш-
шю порошоків, що містить порошки фосфору, залі-
за, графіту і міді, формування і спікання отриманої
шихти, який відрізняється тим, що першу суміш
порошків, яка додатково містить порошок дисуль-
фіду молібдену при наступному співвідношенні
компонентів, мас. %:

порошок дисульфиду	
молібдену	0,01-23,0
порошок міді	14,0-37,0
порошок графіту	решта,

гранулюють з отриманням гранул розміром 0,4-
1,6 мм, гранули змішують з другою сумішшю по-
рошків, що містять, мас. %:

фосфор	0,43-1,38
залізо	14,58-30,92

графіт 0,21-5,26

мідь решта,

при співвідношенні компонентів, мас. %:

гранули 2,0-24,0

друга суміш по-

рошків

решта,

і отриману шихту формують і спікають.

3. Спосіб по п. 2, який відрізняється тим, що пе-
ршу суміш порошоків гранулюють шляхом пропус-
кання між каліброваним валками прокатного стану.4. Спосіб по п. 2 або 3, який відрізняється тим,
що шихту формують шляхом прокатування дозо-
ваними порціями між валками прокатного стану.5. Спосіб по одному з пп. 2-4, який відрізняється
тим, що шихту спікають при температурі 900-
1070°C в середовищі захисного газу.6. Елемент вузла тертя, що включає несучий еле-
мент з напеченим шаром антифрикційного матері-
алу, що містить дисульфід молібдену і мідь, який
відрізняється тим, що антифрикційний матеріал у
вигляді спечених порошоків фосфору, заліза, гра-
фіту і міді має локалізовані вклучення гранул, при
наступному вмісті 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, при
наступному вмісті компонентів в тілі гранул,
мас. %:

дисульфід моліб-	
дену	0,01-23,0
мідь	14,0-37,0
графіт	решта.

7. Елемент вузла тертя по п. 6, який відрізняєть-
ся тим, що несучий елемент виконаний з низь-
ковуглецевої сталі.8. Елемент вузла тертя по п. 7, який відрізняєть-
ся тим, що несучий елемент має товщину
1-250 мм.9. Елемент вузла тертя по одному з пп. 6-8, який
відрізняється тим, що товщина шару анти-
фрикційного матеріалу становить 0,7-15 мм.Винахід відноситься до антифрикційного ма-
теріалу, способу його отримання і елементу вузлатертя, виконаному з використанням антифрикцій-
ного матеріалу. Більш детально винахід відно-

(19) UA (11) 42952 (13) A

ситься до антифрикційних матеріалів, що отримуються методом порошкової металургії, які застосовуються в машинобудуванні в елементах вузлів тертя, різних машин, механізмів і обладнання, а також в струмознімальних елементах. Аналіз науково-технічної інформації показав, що, незважаючи на велику кількість антифрикційних матеріалів і різних варіантів елементів вузлів тертя, їх ресурс не забезпечує термін служби між середніми і капітальними ремонтами машин, механізмів і обладнання.

Антифрикційні матеріали, призначені для роботи у вузлах тертя-ковзання, особливо важконавантажених, і при високих швидкостях ковзання, повинні мати цілий ряд взаємодоповнюючих властивостей, зокрема, крім високої зносостійкості, несучої здібності і теплопровідності, а також низького коефіцієнта тертя, матеріал повинен мати високу об'ємну і поверхневу міцність, мати здатність утворювати повторні структури і підтримувати на поверхнях, що сполучаються міцну розділову плівку твердої змазки, що запобігає схоплюванню і інтенсивному зносу матеріалів.

У зв'язку з цим є необхідність в створенні екологічно чистих матеріалів для елементів вузлів тертя-ковзання з високою об'ємною і поверхневою міцністю і зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя і що забезпечують нанесення на поверхні, які сполучаються, твердої змазки, що оберігає ці поверхні від зносу. Ці матеріали повинні дозволяти виготовляти елементи вузлів тертя вагою від 0,5 до 2000 кг і більше, що можливо тільки для виробів, які мають несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу.

Найбільш близьке рішення було знайдено в патенті Російській Федерації № 2049687, МПК B60L5/08, H01R41/00, опубл. 10.12.1995. Даний патент описує 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.% [9]:

фосфор	0,48-1,20;
залізо	9,6-12,0;
цинк	2,4-16,0;
графіт	10,5-25,0;
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.

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

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, який вміщує 9,6-12,0 мас.% заліза, температура спікання не повинна бути нижче ніж 1000°.

Найбільш близька конструкція елемента вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, що вміщує свинець, олово, ПР-Н65Х25Х25СЗРЗ, мідь і дисульфід молібдену, описана в заявці Російській Федерації № 94038081, МПК С22С9/08, С22С9/02 опубл. 27.02.1997.

Система Cr-Ni-Cu є системою з обмеженою розчинністю [16], дифузійні процеси в якій протікають при температурі вище ніж 1083°C, вище ніж температура спікання міді, а олово і свинець, що входять до його складу, не дозволяють підняти температуру спікання вище за 860°C через інтенсивне випаровування олова і свинцю, внаслідок чого відбувається різке зменшення міцності матеріалу. Крім того, при температурі вище ніж 800°C відбувається коксування дисульфіда молібдену, що міститься у вільному стані, внаслідок чого його властивості як твердої змазки різко знижуються.

Отже, недоліком цього елемента вузла тертя є низька механічна міцність антифрикційного матеріалу, підвищений знос поверхонь, що сполучаються, а наявність свинцю і олова різко збільшує вартість виробу і робить його екологічно небезпечним.

У основу винаходу поставлено задачу створити антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, шляхом підбору співвідношення вищеперелічених компонентів в матеріалі і додаткового додавання дисульфіда молібдену, що дозволяє отримати антифрикційний матеріал, який має високу механічну міцність, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя і забезпечує, утворення на поверхні матеріалу розділових плівок, що запобігають зносу контактуючої пари.

Іншою задачею винаходу є створення способу отримання антифрикційного матеріалу з такими характеристиками.

Ще одною задачею винаходу є створення елемента вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром такого антифрикційного матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що в антифрикційному матеріалі у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, вміст компонентів складає, 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 вмісті компонентів в тілі гранул, мас.%:

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

Інша 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 фосфору, заліза, графіту і міді, формування і спікання отриманої шихти, першу суміш порошків, яка додатково містить порошок дисульфіда молібдену при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

порошок дисульфіда молібдену	0,01-23,0;
порошок міді	14,0-37,0;
порошок графіту	решта,

гранулюють з отриманням гранул розміром 0,4-1,6 мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, що містить, мас. %:

фосфор	0,43-1,38;
залізо	14,58-30,92;
графіт	0,21-5,26;
мідь	решта,

при співвідношенні компонентів, мас. %:

гранули	2,0-24,0;
друга суміш порошків	решта,

і отриману шихту формують і опікають.

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

Причому шихту формують шляхом прокатування дозованими порціями між валками прокатного стану.

Найбільш переважно шихту спікають в прохідній печі при температурі 900-1070°C в середовищі захисного газу.

Ще одна задача вирішується тим, що в елементі вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, що вміщує дисульфід молібдену і мідь, антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту і міді має локалізовані включення гранул, при наступному вмісті 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, при наступному вмісті компонентів в тілі гранул, мас. %:

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

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

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

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

Вмісту заліза в матеріалі в межах 11,08-30,3 мас. % забезпечує отримання міцного сталевго каркаса.

Фосфор введений в матеріал для підвищення несучої здатності міді. Графіт виконує роль твердої змазки.

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

Дисульфід молібдену значно знижує коефіцієнт тертя, а його вміст в гранулах в кількості від 0,01 до 23,0 мас. % збільшує їх міцність.

Мідь додана в гранули для поліпшення умов формування гранул і забезпечення дифузійних зв'язків матеріалу і гранул.

Більш детально вплив компонентів на властивості антифрикційного матеріалу буде описаний нижче з посиланнями на графічні матеріали.

Використання несучого елемента в елементі вузла тертя дозволяє виготовляти вироби вагою від 0,5-3000 кг і більше.

Перелік графічних матеріалів.

На фіг. 1 представлений графік залежності твердості і електропровідності матеріалу від вмісту вільного графіту.

На фіг. 2 представлений графік залежності міцнісних характеристик від вмісту вільного графіту в матеріалі.

На фіг. 3 представлений графік залежності твердості і міцності матеріалу від вмісту графіту.

На фіг. 4 показаний зразок елемента вузла тертя у вигляді вкладки підшипника.

Таблиця показує залежність коефіцієнта тертя і інтенсивності зносу від навантаження для різних антифрикційних матеріалів.

Вибір компонентів антифрикційного матеріалу і їх співвідношення зумовлені наступними властивостями компонентів.

Застосування міді як основи антифрикційного матеріалу зумовлене високою теплопровідністю, що забезпечує інтенсивне відведення тепла із зони тертя-ковзання, високими антифрикційними властивостями, корозійною стійкістю внаслідок утворення захисної плівки окислів, помірною схильністю до схоплювання, хорошою пластичністю і невисокою твердістю, що забезпечують швидку припрацюваність. Крім того, порошки міді мають хорошою пресованість, спіклівість і відносно високу температуру плавлення.

Експериментально встановлено, що збільшення вмісту заліза в матеріалі, в порівнянні з прототипом, до 14,58-30,92 мас. % забезпечує отримання міцного сталевго каркаса, який обумовлює збільшення міцності, твердості і зносостійкості матеріалу більш ніж в два рази.

Вміст заліза менше за 14,58 мас. % недостатній для отримання міцного сталевго каркаса, добре працюючого на стирання, а при вмісті заліза понад 30,92 мас. % виникає електрохімічна корозія матеріалу через різницю електричних потенціалів міді і заліза.

Фосфор введений в матеріал для підвищення несучої здатності міді. Підвищення механічних властивостей при легуванні фосфором від 0,33 до 0,9 мас. % пов'язане з активуючим впливом мідно-фосфористої евтектики, яка утворюється при температурі понад 707°C і істотно інтенсифікує процес усадки при спіканні [10]. Збільшення вмісту фосфору з 0,9 мас. % до 1,35 мас. % приводить до підвищення вмісту фосфіда міді (Cu_3P) в фосфідній евтектиці, мікротвердість якого значно вище за мікротвердість міді [11].

Крім того, фосфор підвищує механічні властивості сталевих каркасів матеріалу легуванням твердого розчину α -заліза і гетерогенізацією залізної складової в зв'язку з розчиненням фосфору в α -залізі. Спільне розчинення міді і фосфору в фериті дуже сильно зміцнює ферит. Мідь зміцнює ферит в 40 раз, а фосфор в 290 раз [12]. Отже, введення фосфору збільшує твердість, стабілізує усадку, одночасно додаючи матеріалу високі механічні властивості [10, 13], підвищує корозійну стійкість матеріалу [10]. Крім того, легування матеріалу фосфором сильно підвищує швидкість дифузійних процесів, що відбуваються в α -фазі [10].

При вмісті фосфору менше ніж 0,33 мас.% виявляється зміцнення міді по розчинному механізмі без значного утворення рідкої фази, тобто не відбувається інтенсифікація приросту щільності при спіканні і не спостерігається значного підвищення міцнісних характеристик. При вмісті фосфору більше ніж 1,35 мас.% відбувається збільшення вмісту крихких фаз по межах зерен заліза сталевих каркасів матеріалу, що знижує його механічні властивості (міцність і пластичність зменшуються).

Графіт є легуючим елементом, який не взаємодіє з міддю і виконує роль твердої змазки [14]. У процесі експлуатації графіт утворює і підтримує на поверхні контртіла розділову плівку [14]. Плівка постійно відновлюється при механічних пошкодженнях в окремих ділянках поверхні тертя [15]. Графіт знижує коефіцієнт тертя, сприяє його стабілізації за рахунок розділової плівки, яка створює на поверхні контактуючих пар, знижує знос поверхні тертя. Крім того, графіт спільно з фосфором забезпечує отримання перлітно-феритної структури сталевих каркасів, зміцненого фосфором і міддю з переважанням в структурі зміцненого перліту. Перлітно-феритні зерна облямовані мідно-фосфористими прошарками, що забезпечує утворення вторинних структур при стиранні, а отже, забезпечує різке підвищення зносостійкості матеріалу.

У залежності від умов експлуатації матеріалу вміст графіту у другій суміші порошків може коливатися від 0,21 до 5,26 мас.% [14]. Вміст графіту у другій суміші порошків менше ніж 0,21 мас.% спричиняє в процесі експлуатації локальне схоплювання матеріалу і контртіла [14], а вміст графіту у вільному стані більше ніж 6 мас.% різко зменшує міцність матеріалу (див. фіг. 3) [15]. У той же час, створення матеріалів із вмістом графіту більше ніж 10 мас.% сприяє утворенню на поверхні матеріалу розділової плівки, що запобігає зносу контактуючої пари. Тому пропонується тверду змазку (графіт) вводити у другу суміш порошків в складі гранул розміром 0,4-1,6 мм, що отримуються безперервним прокатом в профільованих валках прокатного стану. Залежність міцнісних характеристик від вмісту гранул в матеріалі показано на фіг. 1-2. З збільшенням вмісту гранул в матеріалі електричний опір збільшується (див. фіг. 1).

Гранули можуть мати будь-яку форму, але їх розмір в будь-якому напрямі повинен бути не менше ніж 0,4 мм. При менших розмірах гранули будуть займати велику площу і об'єм, що зменшує несучу здатність матеріалу і його зносостійкість (див. фіг. 2).

Гранули розміром більше ніж 1,6 мм, що мають відносно низьку щільність, є концентраторами напруг, які знижують механічні характеристики, особливо ударну в'язкість (див. фіг. 2).

Дисульфід молібдену є легуючим елементом, який значно знижує коефіцієнт тертя і сприяє його стабілізації за рахунок збільшення міцності розділових плівок в декілька разів, різко знижує знос поверхонь тертя.

Експериментально встановлено, що введення в гранули дисульфіда молібдену в кількості від 0,01 до 23,0 мас.% збільшує міцність гранул більш ніж в два рази і збільшує міцність розділових плівок, що утворюються на поверхні контактуючих пар в декілька разів. Для матеріалів, які повинні мати високу електропровідність, вміст дисульфіда молібдену в гранулах повинен бути мінімальним, оскільки із збільшенням його концентрації відбувається збільшення питомого опору матеріалу.

Загальний вміст графіту в межах 10,5-25,0 мас.% забезпечують шляхом введення у другу суміш порошків від 0,21 до 5,26 мас.% графіту у вільному стані і локалізації в складі гранул в кількості 0,8-20,64 мас.%. Загальний вміст графіту менше ніж 10,5 мас.% не забезпечує створення розділових плівок, а введення графіту в кількості більше ніж 20,64 мас.% різко знижує механічні властивості матеріалу.

Мідь додана в гранули для поліпшення формовності гранул і забезпечення дифузійних зв'язків матеріалу і гранул, що реалізовується в процесі спікання.

У зв'язку з тим, що дисульфід молібдену міститься в гранулах разом з міддю і графітом, розкладання дисульфіда молібдену на молібден і сірку не відбувається. Оптимальний вміст графіту, дисульфіда молібдену і міді в гранулах визначено експериментально і складає відповідно (40,0-86,0), (0,01-23,0) і (14,0-37,0) мас.%.

Вміст міді в гранулах більше ніж 37 мас.% вимагає відповідного зменшення вмісту графіту і дисульфіда молібдену, що не забезпечує отримання міцних розділових плівок на поверхнях пари, що третяся.

Вміст міді в гранулах менше ніж 14 мас.% не забезпечує задовільної формовності гранул, які виходять рихлими, слабо закріпленими в матеріалі і не забезпечують створення міцних розділових плівок на поверхнях пари, що третяся.

Експериментально встановлено, що співвідношення графіту, дисульфіда молібдену і міді відповідно 63; 0,01 і 37 мас.%, або 63; 23 і 14 мас.% є верхньою межею вмісту графіту для формування гранул без руйнування.

У таблиці приведені значення коефіцієнта тертя і інтенсивності зносу для різних антифрикційних матеріалів.

Антифрикційний матеріал згідно винаходу отримують таким чином. Суміш порошків дисульфіда молібдену, міді і графіту при наступному співвідношенні компонентів, мас.%:

порошок дисульфіда молібдену	0,01-23,0;
порошок міді	14,0-37,0;
порошок графіту	решта,

пропускають між каліброваними валками прокатного стану для отримання гранул розміром 0,4-

1,6 мм. Гранули змішують з другою сумішшю порошків, що містить, мас. %:

фосфор	0,43-1,38;
залізо	14,58-30,92;
графіт	0,21-5,26;
мідь	решта,
при співвідношенні компонентів, мас. %:	
гранули	2,0-24,0;

друга суміш порошків решта,

отриману шихту формують і спікають при температурі 900-1070°C в прохідній печі в середовищі захисного газу.

Для отримання елемента вузла тертя отриману шихту намагаються через дозатор на підготовлену по спеціальній технології поверхню сталевих листів з низьковуглецевої сталі потрібної форми, пресують і потім спікають при температурі 900-1070°C в прохідній печі в середовищі захисного газу. На фіг. 4 показаний приклад елемента вузла тертя у вигляді вкладки, який містить несучий елемент 1 і шар антифрикційного матеріалу 2. Несучий елемент 1 виконаний з низьковуглецевої сталі і має товщину 1-250 мм.

Антифрикційний матеріал 2 має описаний вище склад, а товщина його шара становить 0,7-15 мм.

Таким чином, антифрикційний матеріал РО-МАНІТ, може бути використаний для виготовлення елементів вузлів тертя, які можуть бути виконані як плоскими (направляючі, накладки, пластини, вкладки і притискні планки), так і круглими (підшипники, втулки, вкладки ковзання і т.п.).

Джерела інформації.

1. Виноградов Г.А., Семенов Ю.Н., Катрус О.А., Каташинский В.П. Прокатка металлических порошков. - М.: Металлургия, 1969. - С. 382.

2. Федорченко И.М., Пугана Л.И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы. - К.: Наук. думка, 1980. - С. 282-297.

3. Козлов В.Ф. и др. Структура и свойства спеченного антифрикционного материала бронзографит. - Порошковая металлургия, 1981. - № 6. - С. 48-53.

4. Патент НДР 96038, опубл. 05.03.1973.

5. Патент Японії 5306, опубл. 23.04.1964.

6. ОНО Тамоцу "Денреку те Тецудо, Елек., Лайт енд Фесайл Реілвейс", 1975, 25. - № 10. - С. 32-36.

7. А.с. СРСР 254093, 1969.

8. Патент Японії 18-17684, 1972.

9. Патент Росії 2049687. Материалы токоосъемного элемента, 1995.

10. Збірник. Порошковые конструкционные материалы. - К.: Изд. АН УРСР, 1980. - С. 41.

11. Джонс В.Д. Основы порошковой металлургии. - Свойства и применение порошковых материалов. - М.: Мир, 1965. - С. 271-273.

12. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. - М.: Металлургия, 1985. - С. 27-28; 45-49.

13. Анциферов В.П., Акименко В.В. Спеченные легированные стали. - М.: Металлургия, 1983. - С. 86.

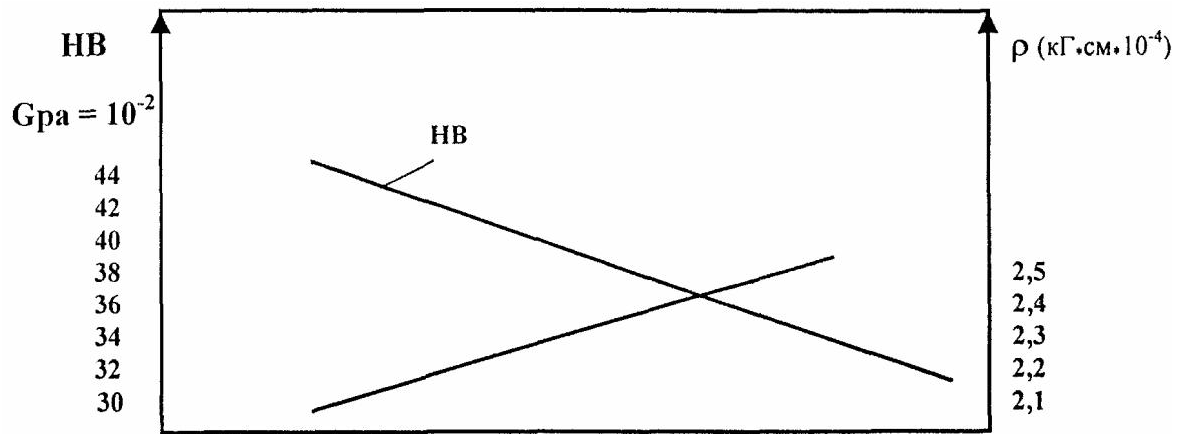
14. Биссон Э.Э., Джонсон Р.Л., Андерсон В.Дж. Применение твердых смазок, в частности графита, при температурах до 540°C. - Международная конференция по смазке и износу машин. - Лондон, 1957. - М.: Машгиз, 1962. - С. 305-314/7.

15. Биссон Э.Э., Джонсон Р.Л., Свикерт М.А. Влияние поверхностных твердых пленок на трение, износ и повреждение поверхностей металлов. - Международная конференция по смазке и износу машин. - Лондон, 1957. - М.: Машгиз, 1962. - С. 335-370.

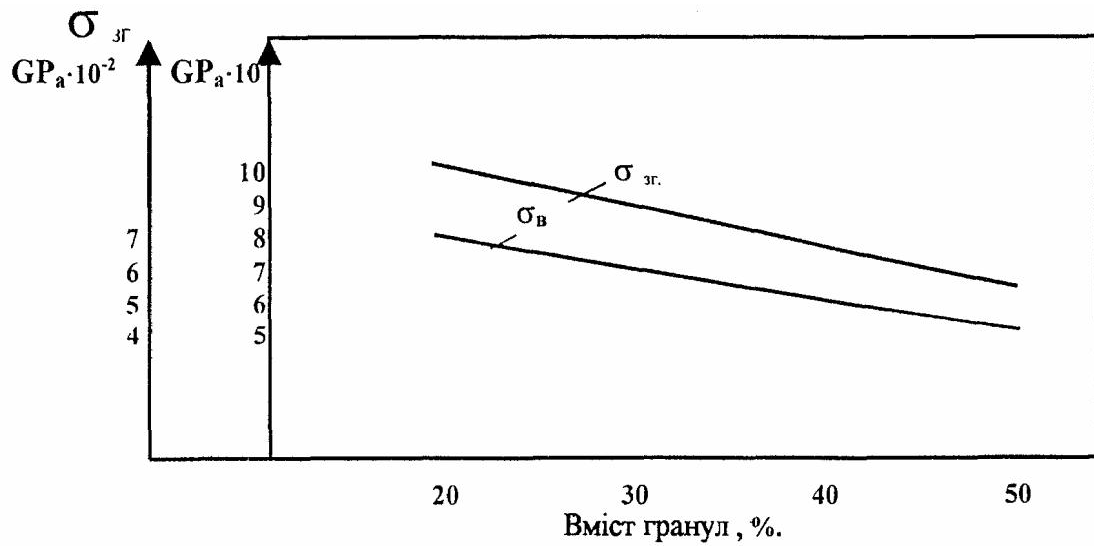
16. Анциферов В.Н., Бобров Г.В. и др. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. - М.: Металлургия, 1987. - С. 282.

Таблиця

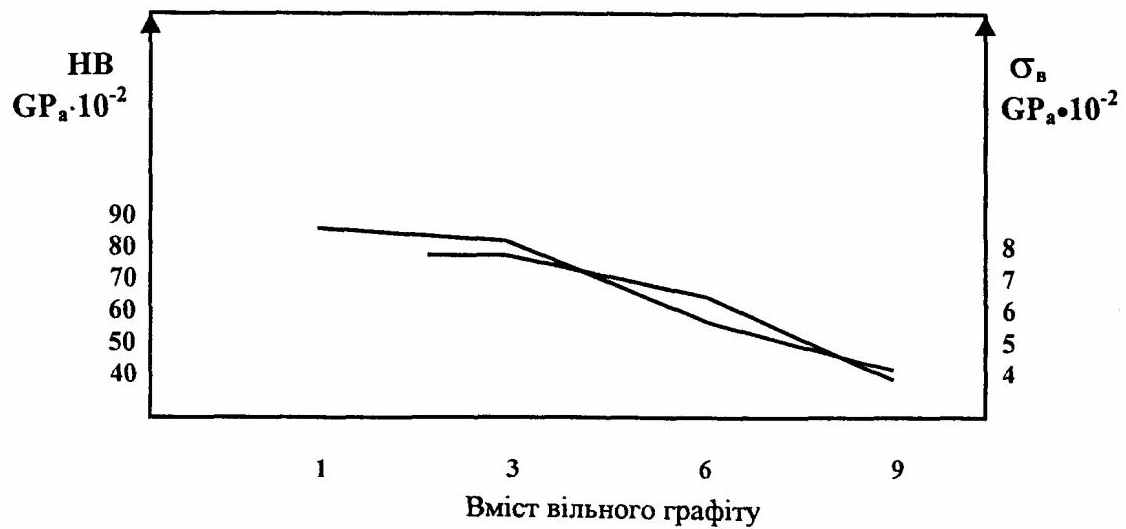
Вміст компонентів, мас. %									Розмір гранул, мм	Середній коефіцієнт тертя			Інтенсивність зносу, мкм/мм.год		
Zn	Fe	P	C		Si		Дисульфід молібдену			Навантаження Р, Н			Нагрузка Р, Н		
			Загальне	У тому числі гранул	Загальне	У тому числі у гранулах	Загальне	У тому числі у гранулах		29,4	53,9	122,5	29,4	53,9	122,5
Прототип															
12	10	0,8	20	14,5	57,2	10	-	-	0,4-2,0	0,1	0,11	0,13	0,2	0,24	0,28
Зразки антифрикційних матеріалів для підшипників ковзання															
-	15	0,9	18	14	61,6	4,5	4,5	4,5	0,4-0,8	0,09	0,09	0,1	0,1	0,12	0,14
-	20	1,2	20	16	54,3	4,5	4,5	4,5	0,4-0,8	0,04	0,05	0,06	0,012	0,14	0,16
-	20	1,2	20	16	54,3	4,5	4,5	4,5	0,8-1,0	0,07	0,08	0,1	0,16	0,19	0,21
-	15	0,9	20	16	54,3	4,5	4,5	4,5	0,8-1,0	0,05	0,06	0,07	0,15	0,16	0,18



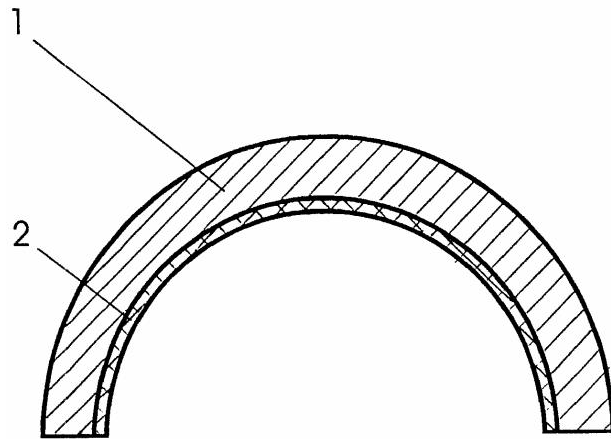
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
