



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87211

(13) C2

(51) МПК (2009)

C22C 1/04

C22C 9/00

B22F 7/00

B22F 7/02

B60L 5/00

H01R 41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД(54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ РОМАНІТ-УВЛБРОДМ, СПОСІБ ЙОГО ОДЕРЖАННЯ ТА ЕЛЕМЕНТ
ВУЗЛА ТЕРТЯ

1

2

(21) а200711819

(22) 26.10.2007

(24) 25.06.2009

(46) 25.06.2009, Бюл. № 12, 2009 р.

(72) РОМАНОВ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ, РОМА-
НОВ ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ(73) РОМАНОВ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ, РОМА-
НОВ ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ

(56) UA, 47 235, A, 17.06.2002

Заявка, № 200709942, 10.06.2008

RU, 2 170 281, C2, 20.01.2001

FR, 2 096 212, A5, 11.02.1972

GB, 2 220 421, A, 10.01.1990

US, 4 344 795, A, 17.08.1982

JP, 56-020142, A, 25.02.1981

(57) 1. Антифрикційний матеріал у вигляді спече-
них порошоків ферофосфору, заліза, графіту і во-
локон або ниток вуглецевих з локалізованими
включеннями гранул, що містять мідь і графіт,
який **відрізняється** тим, що додатково містить
порошки бронзи, олова, дисульфиду молібдену і
оксиду бору, при наступному співвідношенні ком-
понентів в матеріалі, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
волокна або нитки вуг-	
лецеві	0,5-15,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
дисульфід молібдену	0,5-5,0
оксид бору	0,005-3,4
олово	5,0-8,0
бронза	решта,

при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0 мм при
наступному співвідношенні компонентів в тілі гра-
нул, мас. %:

мідь	37,0-60,0
графіт	решта.

2. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу,
який включає одержання гранул шляхом гранулю-
вання першої суміші порошоків, що містить порошки

графіту та міді, змішування гранул з другою сумі-
шшю порошоків, що містить порошки ферофосфо-
ру, заліза, графіту і волокон або ниток вуглецевих,
з одержанням шихти антифрикційного матеріалу,
формування та спікання цієї шихти, який **відрізня-**
ється тим, що першу суміш порошоків, що містить,
мас. %:

порошок міді	37,00-60,0
порошок графіту	решта,
гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-2,0	
мм, гранули змішують з другою сумішшю порошоків,	
яка додатково містить порошки бронзи, олова,	
дисульфиду молібдену і оксиду бору, при наступ-	
ному співвідношенні компонентів, мас. %:	
ферофосфор	0,65-5,52
волокна або нитки вуг-	
лецеві	0,65-15,31
залізо	14,36-26,97
графіт	0,21-5,26
дисульфід молібдену	0,5-5,0
оксид бору	0,005-3,4
олово	0,5-8,0
бронза	решта,

при співвідношенні в шихті компонентів, мас. %:

гранули	2,0-24,0
друга суміш порошоків	решта.

3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що пер-
шу суміш порошоків гранулюють шляхом пропус-
кання між каліброваними валками прокатного ста-
на.

4. Спосіб за будь-яким з пп. 2, 3, який **відрізня-**
ється тим, що шихту формують шляхом прокату-
вання дозованими порціями між валками прокат-
ного стана.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 2-4, який **відрізняєть-**
ся тим, що шихту спікають при температурі 830-
1100°С в середовищі захисного газу.

6. Елемент вузла тертя, що включає несучий еле-
мент з шаром антифрикційного матеріалу з спече-
них порошоків ферофосфору, заліза, графіту і во-
локон або ниток вуглецевих з локалізованими

(19) UA (11) 87211 (13) C2

включеннями гранул, що містять мідь і графіт, який **відрізняється** тим, що антифрикційний матеріал додатково містить порошки бронзи, олова, дисульфиду молібдену і оксиду бору, при наступному співвідношенні компонентів у вказаному матеріалі, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
волокна або нитки вуглецеві	0,5-15,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
дисульфід молібдену	0,5-5,0
оксид бору	0,005-3,4
олово	0,5-8,0
бронза	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 включає несучий елемент з шаром антифрикційного матеріалу з спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і

волокон або ниток вуглецевих з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, який **відрізняється** тим, що антифрикційний матеріал додатково містить порошки бронзи ОЦС 5-5-5, олова, дисульфиду молібдену і оксиду бору, при наступному співвідношенні компонентів в матеріалі, мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
волокна або нитки вуглецеві	0,5-15,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
дисульфід молібдену	0,5-5,0
оксид бору	0,005-3,4
олово	0,5-8,0
бронза ОЦС 5-5-5	решта.

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

9. Елемент вузла тертя за будь-яким з пп. 6-8, який **відрізняється** тим, що товщина шару антифрикційного матеріалу складає 0,7-25 мм.

Винахід відноситься до складу антифрикційного матеріалу, способу його одержання та елементу вузла тертя, виконаного з використанням антифрикційного матеріалу. Докладніше винахід відноситься до складу антифрикційних матеріалів, одержаних методом порошкової металургії, які застосовуються в машинобудуванні в елементах вузла тертя різних машин, механізмів і устаткування, що працюють при високих швидкостях ковзання.

Аналіз науково-технічної інформації показав, що, не дивлячись на велику кількість антифрикційних матеріалів, відсутні порошкові матеріали для різних машин, механізмів та устаткування, що працюють при високих швидкостях ковзання. Це обумовлено достатньо високим коефіцієнтом тертя цих матеріалів.

Нормальна експлуатація антифрикційних матеріалів в підшипниках ковзання, що працюють при високих швидкостях ковзання, можлива у разі стабільного коефіцієнта тертя, величина якого не перевищує величини 0,04-0,045.

У патенті Російської Федерації №2049687 описаний антифрикційний матеріал і спосіб отримання антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошків фосфору, заліза, графіту, цинку і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь та 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 10-21мас.% графіту і 9,0-15,0мас.% міді входить в матеріал у вигляді гранул розміром 0,4-2,0мм.

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

У деклараційному патенті України №42952 А описаний антифрикційний матеріал елементу 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 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 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.

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 даного способу, отриманого антифрикційного матеріалу і елементу вузла тертя є

низька механічна міцність антифрикційного матеріалу, яка, обумовлена тим, що фосфор, який входить до складу цього матеріалу не дозволяє підняти температуру спікання вище 900°C через інтенсивне утворення мідно-фосфористої евтектики при температурі більш ніж 707°C і утворення рідкої фази. Для отримання антифрикційного матеріалу на мідній основі з високими механічними властивостями, що містить 11,08-30,30 мас.% заліза, температура спікання не повинна бути нижче 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, не дивлячись на введення в гранули, коксується вже при температурі більш ніж 400°C, що різко погіршує антифрикційні властивості матеріалу через погіршення процесу утворення розділової плівки на поверхнях, які сполучають.

Найбільш близьке рішення відоме з патенту України №47235 від 17.06.2002р., в якому описаний антифрикційний матеріал вузла тертя і спосіб отримання антифрикційного матеріалу у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту, міді і волокон або ниток вуглецевих з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному вмісті компонентів в матеріалі, мас. %:

Ферофосфор	0,5-5,4
Волокна вуглецеві	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Мідь	решта.

При цьому гранули мають розмір 0,4-1,6 мм при наступному співвідношенні компонентів в тілі гранул, мас. %:

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Недоліком описаного матеріалу, способу його отримання і елементу вузла тертя, отриманого з використанням цього матеріалу, є підвищений знос підшипників ковзання, що працюють при високих швидкостях ковзання, а також високий коефіцієнт тертя, величина якого перевищує 0,04.

У основу винаходу поставлено завдання, створити дешевий антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків ферофосфору Fe_3P , заліза, графіту, вуглецевих волокон, з локалізованими включеннями гранул, що містять бронзу (під бронзою слід розуміти те, що переважно використовують сплав ОЦС 5-5-5), олово і дисульфід молібдену, шляхом підбору співвідношення вище перелічених компонентів, що дозволяє отримати антифрикційний матеріал, який при високих швидкостях ковзання володіє низьким коефіцієнтом тертя, величина якого менше 0,04.

Іншим завданням винаходу є створення способу отримання антифрикційного матеріалу з вище переліченими характеристиками.

Ще одним завданням винаходу є створення елементу вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, який володіє високою здатністю до самозмащування, механічною міцністю, зносостійкістю,

низьким коефіцієнтом тертя, величина якого не перевищує значення 0,04.

Поставлене завдання вирішується тим, що в антифрикційний матеріал у вигляді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і волокон або ниток вуглецевих з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, додатково включено порошки бронзи, переважно бронзи ОЦС 5-5-5, олова, дисульфиду молібдену і окису бору, при наступному вмісті компонентів в матеріалі, мас. %:

Ферофосфор	0,5-5,4
Волокна або нитки вуглецеві	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Дисульфід молібдену	0,5-5,0
Окис бору	0,005-3,4
Олово	0,5-8,0
Бронза	решта.

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

Мідь	37,00-60,0
Графіт	решта.

Інше завдання 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 волокон або нитки вуглецеві, формування на сталевий лист, спікання отриманого біметала, першу суміш порошків при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

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

гранулюють, наприклад, шляхом пропускання між каліброваними валками прокатного стану, з отриманням гранул розміром 0,4-2,0 мм, гранули змішують з другою сумішшю порошків, яка додатково містить порошки бронзи, переважно бронзи ОЦС 5-5-5, олова, дисульфиду молібдену і окису бору, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Ферофосфор	0,65-5,52
Волокна або нитки вуглецеві	0,65-15,31
Залізо	14,36-26,79
Графіт	0,21-5,26
Дисульфід молібдену	0,5-5,0
Окис бору	0,005-3,4
Олово	0,5-8,0
Бронза	решта,

при співвідношенні компонентів, мас. %:

Гранули	2,0-24,0
Друга суміш порошків	решта

і отриману шихту формують, наприклад, шляхом накатування дозованими порціями між валками прокатного стану на сталевий лист і спікають.

Друга суміш порошків додатково містить порошки бронзи, переважно бронзи ОЦС 5-5-5, олова, дисульфиду молібдену і окису бору.

Ще одне завдання вирішується тим, що елемент вузла тертя, що включає несучий елемент з напеченим шаром антифрикційного матеріалу із

спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і волокон або ниток вуглецевих з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, додатково містять порошки бронзи, переважно бронзи ОЦС 5-5-5, олова, дисульфід молібдену і окису бору, при наступному вмісті компонентів в матеріалі, мас. %:

Ферофосфор	0,5-5,4
Волокна або нитки вуглецеві	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Дисульфід молібдену	0,5-5,0
Окис бору	0,005-3,4
Олово	0,5-8,0
Бронза	решта.

при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при наступному вмісті компонентів в тілі гранул, ваг. %:

Мідь	37,00-60,0
Графіт	решта.

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

Найбільш переважна товщина шару антифрикційного матеріалу складає 0,7-25мм.

Введення ферофосфору 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. Процентний вміст ферофосфору вибраний виходячи з того, що ферофосфор сприяє підвищенню несучої здатності міді, стабілізує усадку, збільшує щільність матеріалу, зміцнює сталевий каркас.

Введення волокна вуглецевого та гранул, що містять мідь і графіт, зумовлено тим, що при сплавленні вуглецевих волокон разом з гранулами, що містять мідь і графіт, частина вуглецевих волокон дифундує в сталевий каркас матриці, що забезпечує міцне закріплення їх в матеріалі. У результаті утворюється єдиний моноліт вуглецево-сталевий каркас матриці антифрикційного матеріалу, що володіє високою міцністю, а також здатний створювати на поверхні товсту розділову плівку, що володіє самозмашувальною здатністю. Причому експериментально встановлено, що при збільшенні вмісту в антифрикційному матеріалі вуглецевих волокон більше за 15%, починається знеміцнення матриці матеріалу і відбувається зниження його механічних властивостей. Введення в матеріал волокон вуглецевих менше за 0,5мас.% не забезпечує помітне збільшення товщини розділових плівок, а, отже, і збільшення самомастильної здатності матеріалу і помітного збільшення його міцнісних характеристик. Таким чином, оптимальний вміст вуглецевих волокон в матеріалі становить 0,5-15мас.%.

Введення заліза до складу антифрикційного матеріалу забезпечує отримання міцного сталевий каркас, який обумовлює збільшення міцності, твердості і зносостійкості матеріалу більш ніж в два рази. Вміст заліза менше за 10,91мас.% недостатній для отримання міцного сталевий каркас, добре працюючого на стирання, а при вмісті заліза понад 26,25мас.% виникає електрохімічна корозія

матеріалу через різницю електричних потенціалів міді і заліза.

Введення графіту до складу антифрикційного матеріалу забезпечує зниження коефіцієнта тертя, сприяє його стабілізації за рахунок розділової плівки, яку він створює на поверхні контактуючих пар, знижує знос поверхні тертя. У залежності від умов експлуатації матеріалу вміст графіту у другій суміші порошків може коливатися від 0,16 до 5,16мас.%. Вміст графіту менше ніж 0,16мас.% спричиняє в процесі експлуатації локальне схоплювання матеріалу і контактуючого тіла, а вміст графіту більше ніж 5,16мас.% сприяє значному зменшенню міцності матеріалу.

Введення в антифрикційний матеріал бронзи в якості основи обумовлене тим, що вона володіє високими антифрикційними властивостями, низьким і стабільним коефіцієнтом тертя при високих швидкостях ковзання, і високими властивостями до самозмашування. А переважний склад бронзи ОЦС 5-5-5 вводять з огляду на те, що свинець, який майже не розчинюється в міді при кімнатній температурі, в бронзі ОЦС 5-5-5 завжди присутній у вигляді структурно вільних включень і сприяє утворенню на поверхнях тертя, спільно з графітом, розділових плівок, що запобігають зносу контактуючої пари. Властивості знеміцнення свинцю усуваються армуванням матеріалу волокнами або нитками вуглецевими, які зміцнюють матеріал.

Введення в антифрикційний матеріал дисульфід молібдену, обумовлено властивостями цього матеріалу. Дисульфід молібдену значно зменшує коефіцієнт тертя, збільшує гранично допустимий тиск, збільшує гранично допустимі швидкості ковзання, підвищує допустиму величину PV і різко підвищують антифрикційні властивості матеріалу. Суміш бору застосована як елемент, який плакує дисульфід молібдену при спіканні і запобігає його розкладанню.

Експериментально встановлено, що вже при введенні дисульфід молібдену в кількості 0,5мас.% відбувається значне збільшення антифрикційних властивостей матеріалу. Експериментально встановлено, що збільшення вмісту в матеріалі дисульфід молібдену до 5мас.% відбувається різке покращення антифрикційних властивостей матеріалу. При введенні у матеріал дисульфід молібдену понад 5мас.% спостерігається різке знеміцнення матеріалу і значне погіршення його антифрикційних властивостей.

Окис бору вводиться у вигляді ортофосфорної кислоти, яка при нагріванні розкладається на воду і окис бору. Вода видаляється, а окис бору розплавляється і рівномірно покриває порошок дисульфід молібдену, оберігаючи його від розкладання при високих температурах спікання на сірку і чистий молібден.

Експериментально встановлено, що вже при вмісті окису бору в матеріалі 0,005мас.% відбувається захист порошку дисульфід молібдену від розкладання. Експериментально встановлено, що при збільшенні вмісту окису бору в матеріалі понад 3,4мас.% залишається вільна кількість окису бору, який не бере участь в процесі борування дисульфід молібдену.

Введення в антифрикційний матеріал олова, обумовлено властивостями цього матеріалу. Введення в матеріал олова значно зменшує коефіцієнт тертя, збільшує гранично допустимий тиск, збільшує гранично допустимі швидкості ковзання, підвищує допустиму величину P-V і різко підвищує антифрикційні властивості матеріалу.

Граничні значення введення олова при легуванні встановлено експериментально. При введенні олова менше 0,5% не спостерігається покращення антифрикційних властивостей матеріалу, а при введенні олова більше 8,0% спостерігається утворення пузирів при спіканні, що приводить до браку.

Антифрикційний матеріал згідно винаходу отримують наступним чином. Суміш порошоків міді та графіту пропускають між каліброваними валками прокатного стану для отримання гранул розміром 0,4-2,0мм. Змішують гранули з другою сумішшю порошоків, що містить порошки ферофосфору, заліза, графіту, волокон або ниток вуглецевих, а також бронзи, олова, дисульфиду молібдену і окису бору, де отриману шихту формують шляхом прокатування дозованими порціями між валками про-

катного стану та спікають в прохідній печі при температурі 830-1100°C в середовищі захисного газу.

Для отримання елемента вузла тертя отриману шихту насипають через дозатор на підготовлену поверхню сталевго листа з низьковуглецевої сталі потрібної форми товщиною 1-250мм, пресують і потім спікають при температурі 830-1100°C в прохідній печі в середовищі захисного газу. При цьому товщина антифрикційного матеріалу елемента вузла тертя становить 0,7-25мм.

Під час проведення експериментальних випробувань та розрахунків, було отримано результати, наведені у таблицях. У Таблиці 1 наведено результати проведення експериментальних випробувань зразка згідно винаходу, а у Таблиці 2, наведено результати проведення експериментальних випробувань зразка, співвідношення олова у антифрикційному матеріалі якого менше ніж 0,5мас.%. Як видно з наведених у Таблиці 2 результатів експериментальних випробувань, при співвідношенні олова менше ніж 0,5мас.% відбувається поява диму, а температура у зоні тертя складає 72°C, при цьому коефіцієнт тертя складає більше ніж 0,04, а отже зазначений технічний результат не досягається.

Таблиця 1

Зразок	Час	Навантаження, прикладене до зразка, кг	Сила тертя, кгс	Коефіцієнт тертя	Температура, °C
№2/4 (3)	13:25	71,875	4,0-7,0	0,056-0,097	t°=40
	14:00	71,875	3,0-5,0	0,042-0,07	
	14:05	125	4,0-8,0	0,032-0,064	
	15:00	125	4,0-5,0	0,032-0,04	
	15:05	162,5	5,0-6,0	0,031-0,037	
	16:05	162,6	5,0-5,5	0,031-0,034	
	16:30	162,5	5	0,031	

Таблиця 2

Зразок	Час	Навантаження, прикладене до зразка, кг	Сила тертя, кгс	Коефіцієнт тертя	Температура, °C
№7/7(3)	13:15	71,875	8	0,111	Дим
	13:30	71,875	6	0,083	
	13:50	125	10	0,080	
	14:20	125	8	0,064	
	14:30	162,5	9,0-11,0	0,055-0,068	
	14:35	162,5	13	0,080	
	14:40	162,5	9,0-10,0	0,055-0,062	
	16:00	162,5	10	0,062	
					t°=72

Розрахунок питомого навантаження для зразків:

Площа робочої поверхні:

Площа одного сектора:

$$S_{\text{сек}} = (\pi R_2^2 - \pi R_1^2) / 6 = 2,88 \text{ см}^2,$$

де $R_2=3,25\text{см}$ - зовнішній радіус і

$R_1=2,25\text{см}$ - внутрішній.

Площа канавки:

$$S_{\text{кан}} = a_{\text{кан}} \cdot b_{\text{кан}} = 0,6 \cdot 1,0 = 0,6 \text{ см}^2,$$

де $a_{\text{кан}}$ - ширина канавки і

$b_{\text{кан}}$ - довжина.

$$S_{\text{робПов}} = (S_{\text{сек}} - S_{\text{кан}}) = 13,68 \text{ см}^2.$$

$$\Delta P = P / S_{\text{робПов}} = 162 / 13,68 = 11,842 \text{ кг / см}^2.$$

де P - навантаження, що прикладається.

Таблиця 3

Навантаження, що прикладається, кг	Питоме навантаження, кг/см ²
70	5,117
125	9,137
162	11,842

Винахід дозволяє створити антифрикційний матеріал, спосіб його отримання та елемент вузла тертя з напеченим шаром антифрикційного матеріалу для роботи при високих швидкостях ковзання, що володіє підвищеною механічною міцністю,

підвищеною зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя, здатністю утворювати на поверхнях пар тертя товсту розділову плівку, що запобігає зносу контактуючих поверхонь.