



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84599 (13) C2

(51) МПК (2006)

B22F 7/00

B22F 7/04 (2008.01)

C08J 5/00

C08J 5/04

C08J 5/16

C08L 27/00

C22C 1/04

C22C 1/05

C22C 1/10

C22C 30/00

F16C 33/04

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

1

2

(21) а200610502

(22) 04.10.2006

(24) 10.11.2008

(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.

(72) РОМАНОВ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA,  
РОМАНОВ ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ, UA(73) РОМАНОВ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA,  
РОМАНОВ ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ, UA

(56) SU, 1 379 511, A1, 07.03.1985

SU, 1 637 292, A1, 27.02.1996

SU, 1 786 167, A1, 07.01.1993

UA, 47 235, C2, 15.05.2003

Заявка UA, 2003043252, C1, 15.11.2006

Заявка UA, а200603404, C1, 10.10.2007

Заявка UA, а200609872, C1, 25.03.2008

Заявка RU, 94011997, A1, 20.12.1995

RU, 2 088 682, C1, 27.08.1995

RU, 2 216 553, C2, 20.11.2003

RU, 2 275 417, C1, 27.04.2006

JP, 11-246681, A, 14.09.1999

CN, 1 644 761, A, 27.07.2005

Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные  
спеченные антифрикционные материалы.- К.: Нау-  
кова думка, 1980.- С.26-41, 47-50, 78-91, 99-102,  
107-128, 154-157, 201-203, 229-259, 311-328(57) 1. Антифрикційний матеріал, що містить фу-  
лерени, який відрізняється тим, що додатково  
містить оксид кремнію в кількості від 0,5 до  
20,0мас.%.  
2. Антифрикційний матеріал за п. 1, який відріз-няється тим, що містить оксид кремнію у вигляді  
кварцитів або білої сажі.3. Антифрикційний матеріал за п. 1 або п. 2, який  
відрізняється тим, що містить фулерени у вигляді  
шунгіту або фулеренової сажі.4. Антифрикційний матеріал за п. 1 або п. 3, який  
відрізняється тим, що має наступний склад,  
мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
волокно вуглецеве	0,5-15,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
гексагональний нітрид бору	0,1-5,0
нікель	0,2-10,0
дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
оксид кремнію	0,5-20,0
шунгіт	0,01-22,0
мідь або її сплави	решта,

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

мідь	37,0-60,0
графіт	решта.

5. Антифрикційний матеріал за п. 1 або п. 3, який  
відрізняється тим, що має наступний склад,  
мас. %:

ферофосфор	0,5-5,4
волокно вуглецеве	0,5-15,0
залізо	10,91-26,25
графіт	0,16-5,16
гранули	2,0-24,0
гексагональний нітрид бору	0,1-5,0
нікель	0,2-10,0
дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
оксид кремнію	0,5-20,0

(13) C2

(11) 84599

(19) UA

фулеренова сажа 0,01-22,0  
 мідь або її сплави решта,  
 при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при  
 наступному співвідношенні компонентів у тілі гра-  
 нул, мас. %:

мідь 37,0-60,0  
 графіт решта.

6. Антифрикційний матеріал за п. 1 або п. 3, який  
**відрізняється** тим, що має наступний склад,  
 мас. %:

ферофосфор 0,5-5,4  
 залізо 10,91-26,25  
 графіт 0,16-5,16  
 гранули 2,0-24,0  
 гексагональний нітрид бору 0,1-5,0  
 нікель 0,2-10,0  
 дрібнодисперсні алмази УДА 0,01-5,0  
 оксид кремнію 0,5-20,0  
 шунгіт 0,01-22,0  
 мідь або її сплави решта,

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

мідь 37,0-60,0  
 графіт решта.

7. Антифрикційний матеріал за п. 1 або п. 3, який  
**відрізняється** тим, що має наступний склад,  
 мас. %:

ферофосфор 0,5-5,4  
 волокно вуглецеве 0,5-15,0  
 залізо 10,91-26,25  
 графіт 0,16-5,16  
 гранули 2,0-24,0  
 гексагональний нітрид бору 0,1-5,0  
 нікель 0,2-10,0  
 оксид кремнію 0,5-20,0  
 шунгіт 0,01-22,0  
 мідь або її сплави решта,

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

мідь 37,0-60,0  
 графіт решта.

8. Антифрикційний матеріал за будь-яким з пп. 4,  
 6, 7, який **відрізняється** тим, що загальний вміст  
 шунгіту і гранул складає не більше 24мас. %.

9. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу,  
 що містить фулерени, який включає перемішуван-  
 ня і спікання компонентів антифрикційного матері-  
 алу, який **відрізняється** тим, що до компонентів  
 антифрикційного матеріалу додають оксид крем-  
 нію в кількості від 0,5 до 20,0мас. %.

10. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу  
 за п. 9, який **відрізняється** тим, що першу суміш  
 порошоків, що містить, мас. %:

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

гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-  
 2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю по-  
 рошків, що додатково містить оксид кремнію, при  
 наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

ферофосфор 0,65-5,52  
 волокно вуглецеве 0,65-15,31  
 залізо 14,36-26,79  
 графіт 0,21-5,26

гексагональний нітрид бору 0,1-5,0  
 нікель 0,2-10,0  
 дрібнодисперсні алмази УДА 0,01-5,0  
 оксид кремнію 0,5-20,0  
 мідь або її сплави решта,  
 при співвідношенні компонентів у одержаній шихті,  
 мас. %:

гранули 2,0-24,0  
 шунгіт 0,01-22,0  
 друга суміш порошоків решта.

11. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу  
 за п. 9 або п. 10, який **відрізняється** тим, що шун-  
 гіт вводять разом з гранулами, при цьому загаль-  
 ний вміст шунгіту і гранул не перевищує 24мас. %.

12. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу  
 за п. 9, який **відрізняється** тим, що першу суміш  
 порошоків, що містить, мас. %:

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

гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-  
 2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю по-  
 рошків, що додатково містить оксид кремнію, при  
 наступному співвідношенні компонентів в ній,  
 мас. %:

ферофосфор 0,65-5,52  
 волокно вуглецеве 0,65-15,31  
 залізо 14,36-26,79  
 графіт 0,21-5,26

гексагональний нітрид бору 0,1-5,0  
 нікель 0,2-10,0  
 дрібнодисперсні алмази УДА 0,01-5,0  
 оксид кремнію 0,5-20,0  
 мідь або її сплави решта,  
 при співвідношенні компонентів у одержаній шихті,  
 мас. %:

гранули 2,0-24,0  
 фулеренова сажа 0,01-22,0  
 друга суміш порошоків решта.

13. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу  
 за п. 9, який **відрізняється** тим, що першу суміш  
 порошоків, що містить, мас. %:

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

гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-  
 2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю по-  
 рошків, що додатково містить оксид кремнію, при  
 наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

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

гексагональний нітрид бору 0,1-5,0  
 нікель 0,2-10,0  
 дрібнодисперсні алмази УДА 0,01-5,0  
 оксид кремнію 0,5-20,0  
 мідь або її сплави решта,  
 при співвідношенні компонентів у одержаній шихті,  
 мас. %:

гранули 2,0-24,0  
 шунгіт 0,01-22,0  
 друга суміш порошоків решта.

14. Спосіб одержання антифрикційного матеріалу  
 за п. 9, який **відрізняється** тим, що першу суміш  
 порошоків, що містить, мас. %:

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

гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить оксид кремнію, при наступному співвідношенні компонентів в ній, мас.%;

ферофосфор	0,65-5,52
волокно вуглецеве	0,65-15,31
залізо	14,36-26,79
графіт	0,21-5,26
гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
нікель	0,2-10,0
оксид кремнію	0,5-20,0
мідь або її сплави	решта,

при співвідношенні компонентів у одержаній шихті, мас.%;

гранули	2,0-24,0
шунгіт	0,01-22,0
друга суміш порошків	решта.

15. Спосіб за будь-яким з пп. 9-14, який **відрізняється** тим, що першу суміш порошків гранулюють

шляхом пропускання між каліброваними валками прокатного стану.

16. Спосіб за будь-яким з пп. 9-15, який **відрізняється** тим, що шихту формують шляхом прокочування дозованими порціями між валками прокатного стану.

17. Спосіб за будь-яким з пп. 9-16, який **відрізняється** тим, що шихту спікають при температурі 830-1100°C у середовищі захисного газу.

18. Елемент вузла тертя, який включає несучий елемент з антифрикційним матеріалом, що містить фулерени, який **відрізняється** тим, що антифрикційний матеріал, що містить фулерени, містить оксид кремнію в кількості від 0,5 до 20,0 мас.%;

19. Елемент вузла тертя за п. 18, який **відрізняється** тим, що несучий елемент має товщину 1-250мм.

20. Елемент вузла тертя за будь-яким з пп. 18 або 19, який **відрізняється** тим, що товщина шару антифрикційного матеріалу складає 0,7-25мм.

Винахід відноситься до антифрикційного матеріалу, способу його одержання та елементу вузла тертя, виконаному з використанням антифрикційного матеріалу. Більш докладно винахід відноситься до антифрикційних матеріалів, що одержують методом порошкової металургії, які застосовуються в машинобудуванні в елементах вузлів тертя різних машин, механізмів і обладнання.

Аналіз науково-технічної інформації показав, що, незважаючи на велику кількість антифрикційних матеріалів, відсутні порошкові матеріали для підшипників різних машин, механізмів і обладнання, які працюють у вкрай тяжких умовах, з високими навантаженнями, а також працюють в умовах обмеженого змащення або без змащення. Це обумовлено недостатньою здатністю до самозмазування цих матеріалів і недостатньою їх механічною міцністю.

Нормальна експлуатація антифрикційних матеріалів в елементах вузла тертя, що працюють при високих навантаженнях в умовах обмеженого змащення або без змащення, можлива у випадку їх високої здатності до самозмазування, низького коефіцієнта тертя, високої зносостійкості поверхонь, що сполучаються, і високої механічної міцності.

У [патенті України №47235 від 17.05.2003р.] описаний антифрикційний матеріал вузла тертя і спосіб одержання антифрикційного матеріалу у виді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту і міді з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному вмісті компонентів у матеріалі, мас.%;

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

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

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Недоліком описаного матеріалу, способу його одержання та елемента вузла тертя, отриманого з використанням цього матеріалу, є підвищений знос підшипників рідинного тертя, що обумовлено недостатнім вмістом вільного графіту з одного боку, а також погіршенням механічних властивостей при максимальному вмісті вільного графіту з іншого боку.

У [патенті Російської Федерації №2088682 від 27.08.1997р.] описаний мідно-графітовий композиційний матеріал і спосіб його виготовлення у виді спечених порошків одного з карбідів металу IV-VI груп (титан, цирконій, гафній, ванадій, ніобій, тантал, хром, молибден і вольфрам), міді або її сплавів, піровуглеця, коротких вуглецевих волокон довжиною не більш ніж 5мм і діаметром 8мкм, при наступному вмісті компонентів у матеріалі, мас.%;

Карбід металу IV-VI груп	15,0-60,0
Піровуглець	0,6-22,2
Вуглецеві волокна	0,1-4,2
Мідь або її сплави	решта

Недоліком описаного матеріалу є високий процентний вміст одного з карбідів металу IV-VI груп, що викликає підвищений знос поверхонь, що сполучаються, низьку їх стійкість і підвищені експлуатаційні витрати.

У [патенті України №61751 від 11.04.2003р.] описаний антифрикційний матеріал на металевій основі і спосіб його виготовлення і виді спечених порошків ферофосфору, заліза, графіту, міді або її сплавів і вуглецевих ниток або волокон з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, при наступному співвідношенні компонентів, мас.%;

Ферофосфор	0,5-5,4
Вуглецеве волокно	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 0,4-2,0мм при наступному співвідношенні компонентів у тілі гранул, мас. %:

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Недоліком описаного матеріалу є низька працездатність в умовах роботи при високих температурах (понад 700°C) з відсутністю змащення.

Найбільш близьке рішення відоме з [патенту Російської Федерації №2216553 від 20.04.2003р.], у якому описаний антифрикційний полімерний матеріал, виконаний з композиції, що містить поліетрафторетилен та вуглецевміщуючу добавку, причому композиція містить у якості вуглецевміщуючої добавки 1-10% від маси композиції порошку фулеренової сажі або порошку фулеренової сажі після екстракції з композиції фулеренів, що містять до 50% від початкового вмісту фулеренів.

Недоліком описаного матеріалу є низька працездатність в умовах повної відсутності змащення та в умовах високих температур.

В основу винаходу поставлена задача створення антифрикційного матеріалу, що містить фулерен, у виді спечених порошків ферофосфору  $\text{Fe}_3\text{P}$ , заліза, графіту, міді, гексагонального нітриду бора, нікелю, дрібнодисперсних алмазів УДА (ультра дисперсні алмази), оксиду кремнію, міді або її сплавів, волокон або ниток вуглецевих і шунгіту, з локалізованими включеннями гранул, що містять мідь і графіт, шляхом підбора співвідношення перерахованих вище компонентів, який має високу самозмащувальну здатність при роботі без змащення, механічну міцність, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя і забезпечує утворення на поверхні матеріалу товстих розділових плівок графіту і масла при таких температурах, що запобігають зносу контактуючої пари.

Іншою задачею винаходу є створення способу одержання антифрикційного матеріалу, що містить фулерен, з перерахованими вище характеристиками.

Ще однією задачею винаходу є створення елемента вузла тертя, що включає несучий елемент із напеченим шаром антифрикційного матеріалу, що містить фулерен, що має високу самозмащувальну здатність при роботі без змащення, механічну міцність, зносостійкість, низьким коефіцієнтом тертя і забезпечує утворення на поверхні матеріалу розділових плівок графіту й масла при високих температурах, що запобігають зносу контактуючої пари.

Поставлена задача вирішується тим, що антифрикційний матеріал, що містить фулерен містить оксид кремнію в кількості від 0,5 до 20,0мас.%. Під оксидами кремнію варто розуміти як моноксид кремнію, так і діоксид кремнію. Фулериени можуть вводитися у виді мінералу шунгіту або фулеренової сажі.

В даному винаході під терміном "фулериени" слід розуміти матеріал, основною складовою якого є фулериени вуглецю.

Експериментально встановлено, що для запобігання графітизації фулеренів при температурах спікання вище 900°C, вони повинні вводитися тільки разом з оксидом кремнію. Це обумовлено тим, що оксид кремнію має точно таку ж кристалічну решітку, що і фулериени, і дозволяє запобігти графітизації фулеренів. Крім того, введення оксиду кремнію сприяє зміцненню матеріалу, збільшуючи його міцність, мікротвердість і зносостійкість. Експериментально встановлено, що введення в матеріал оксиду кремнію менш ніж 0,5мас.% не дозволяє запобігти графітизації фулеренів, а введення в матеріал більш ніж 20,0мас.% приводить до підвищеного зносу поверхонь вузла тертя, що з'єднуються, що є економічно недоцільним. Зі збільшенням відсоткового змісту фулеренів в антифрикційному матеріалі, в антифрикційний матеріал вводиться також більше оксиду кремнію.

Антифрикційний матеріал містить оксид кремнію у виді дроблених кварцитів або білої сажі.

При цьому антифрикційний матеріал має наступний склад, мас. %:

Ферофосфор	0,5-5,4
Волокно вуглецеве	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Шунгіт	0,01-22,0
Мідь або її сплави	решта.

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

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Також антифрикційний матеріал може мати наступний склад мас. %:

Ферофосфор	0,5-5,4
Волокно вуглецеве	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Фулеренова сажа	0,01-22,0
Мідь або її сплави	решта.

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

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Також антифрикційний матеріал може мати наступний склад мас. %:

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

Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Шунгіт	0,01-22,0
Мідь або її сплави	решта
при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при наступному співвідношенні компонентів у тілі гранул, мас. %:	
Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта,
Також антифрикційний матеріал може мати наступний склад мас. %:	
Ферофосфор	0,5-5,4
Волокно вуглецеве	0,5-15,0
Залізо	10,91-26,25
Графіт	0,16-5,16
Гранули	2,0-24,0
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Шунгіт	0,01-22,0
Мідь або її сплави	решта
при цьому гранули мають розмір 0,4-2,0мм при наступному співвідношенні компонентів у тілі гранул, мас. %:	
Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта,
Шунгіт уводиться разом із гранулами і спільний вміст шунгіту і гранул не повинен перевищувати 24мас. %.	

Введення в антифрикційний матеріал мінералу шунгіт обумовлено властивостями цього мінералу. Мінерал шунгіт містить до 60% фулеренів - третю після алмаза і графіту форму вуглецю у виді абсолютно порожніх куль з 60-70 вуглецевих атомів. Фулерен має твердість алмаза й у той же час має пружність. При введенні в матеріал шунгіту відбувається армування його фулеренами, що завдяки своїм властивостям сильно зміцнюють матеріал і підвищують його в'язкість, значно зменшують коефіцієнт тертя і різко підвищують антифрикційні властивості матеріалу і забезпечують його роботу без змащення.

Фулерени введені в антифрикційний матеріал переважно у виді шунгіту або фулеренової сажі, що є найбільше економічно доцільним, тому що фулерени в чистому виді є дуже дорогим матеріалом, недоцільним для промислового широкомасштабного застосування.

Експериментально встановлено, що вже при введенні шунгіту в кількості 0.01мас. % відбувається значне поліпшення антифрикційних властивостей матеріалу. Експериментально встановлено, що при збільшенні вмісту шунгіту в матеріалі до 22мас. % відбувається різке поліпшення антифрикційних властивостей матеріалу. При введенні в матеріал шунгіту понад 22мас. % спостерігається різке погіршення міцності матеріалу і значне погіршення його антифрикційних властивостей.

Інша задача вирішується тим, що спосіб одержання антифрикційного матеріалу, що містить фулерен включає перемішування і спікання компонентів антифрикційного матеріалу, при цьому до

компонентів антифрикційного матеріалу додають оксид кремнію в кількості від 0,5 до 20,0мас. %.

При реалізації способу одержання антифрикційного матеріалу першу суміш порошків при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Порошок міді	37,0-60,0
Порошок графіту	решта,
гранулюють, наприклад, шляхом пропущення між каліброваними валками прокатного стану, з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули, змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить шунгіт при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:	

Ферофосфор	0,6-5,52
Волокно вуглецеве	0,65-15,31
Залізо	14,36-26,79
Графіт	0,21-5,26
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Мідь або її сплави	решта
при співвідношенні компонентів, мас. %:	
Гранули	2,0-24,0
Шунгіт	0,01-22,0
Друга суміш порошків	решта.
Також реалізація способу одержання антифрикційного матеріалу може здійснюватися в такий спосіб:	

першу суміш порошків, що містить, мас. %:

Порошок міді	37,0-60,0
Порошок графіту	решта,
гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить оксид кремнію, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %;	

Ферофосфор	0,65-5,52
Волокно вуглецеве	0,65-15,31
Залізо	14,36-26,79
Графіт	0,21-5,26
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0
Нікель	0,2-10,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,01-5,0
Оксид кремнію	0,5-20,0
Мідь або її сплави	решта
при співвідношенні компонентів, мас. %:	
Гранули	2,0-24,0
Фулеренова сажа	0,01-22,0
Друга суміш порошків	решта
Також реалізація способу одержання антифрикційного матеріалу може здійснюватися в такий спосіб:	

першу суміш порошків, що містить, мас. %:

Порошок міді	37,0-60,0
Порошок графіту	решта,
гранулюють з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить оксид кремнію, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %;	

Ферофосфор	0,65-5,52
Залізо	14,36-26,79
Графіт	0,21-5,26
Гексагональний нітрид бора	0,1-5,0

Нікель 0,2-10,0  
Дрібнодисперсні алмази УДА 0,01-5,0  
Оксид кремнію 0,5-20,0  
Мідь або її сплави решта  
при співвідношенні компонентів, мас. %:  
Гранули 2,0-24,0  
Шунгіт 0,01-22,0  
Друга суміш порошків решта  
Також реалізація способу одержання антифрикційного матеріалу може здійснюватися в такий спосіб:

першу суміш порошків, що містить, мас. %:  
Порошок міді 37,0-60,0  
Порошок графіту решта,  
гранують з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить оксид кремнію, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Ферофосфор 0,65-5,52  
Волокно вуглецеве 0,65-15,31  
Залізо 14,36-26,79  
Графіт 0,21-5,26  
Гексагональний нітрид бора 0,1-5,0  
Нікель 0,2-10,0  
Оксид кремнію 0,5-20,0  
Мідь або її сплави решта  
при співвідношенні компонентів, мас. %:

Гранули 2,0-24,0  
Шунгіт 0,01-22,0  
Друга суміш порошків решта

При цьому, спільний вміст шунгіту і гранул не повинен перевищувати 24мас.%, і отриману шихту формують, наприклад, шляхом накочування дозованими порціями між валками прокатного стану на сталевий лист і опікають.

Друга суміш порошків містить шунгіт або фулеренову сажу. Компоненти другої суміші, і шунгіт завантажуються в змішувач, і відбувається сухе змішування. Потім у змішувач додається зволожувач і відбувається мокре змішування.

Доцільним є здійснення спікання шихти при температурі 830-1100°C у середовищі захисного газу.

Ще одна задача зважається тим, що елемент вузла тертя, включає несучий елемент із напеченим шаром антифрикційного матеріалу що містить фулерени, при цьому антифрикційний матеріал містить оксид кремнію в кількості від 0,5 до 20,0мас. %

Переважно несучий елемент виконаний з сталі з низьким вмістом вуглецю і має товщину 1-250мм.

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

Вплив вмісту оксиду кремнію на графітизацію шунгіту, а також на загальні властивості матеріалу проілюстровано наступними прикладами:

Приклад 1.

Досліджувалися властивості антифрикційного матеріалу, що має наступний склад, мас. %:

Ферофосфор 0,5  
Волокно вуглецеве 0,5  
Залізо 10,91  
Графіт 0,16  
Гранули 2,0

Гексагональний нітрид бора 0,1  
Нікель 0,2  
Дрібнодисперсні алмази УДА 0,01  
Оксид кремнію 20  
Шунгіт 22,0  
Мідь або її сплави решта

Експериментально було встановлено, що при такому складі антифрикційного матеріалу вдається в достатній мірі забезпечити запобігання графітизації фулеренів. Експериментально також було встановлено, що зазначена кількість оксиду кремнію є максимальною, оскільки при введенні в матеріал більшої кількості оксиду кремнію спостерігається підвищений знос поверхонь вузла тертя, що з'єднуються. У цілому антифрикційний матеріал із зазначеним складом компонентів цілком задовольняє усім вимогам до антифрикційних матеріалів, тобто має високу здатність до самозмазування при високих температурах (понад 700°C), високу механічну міцність, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя, а також забезпечує утворення на поверхні матеріалу товстих розділових плівок графіту й масла, що запобігає зносу контактуючої пари.

Приклад 2. Досліджувалися властивості антифрикційного матеріалу, що має наступний склад, мас. %:

Ферофосфор 2,5  
Волокно вуглецеве 5,0  
Залізо 20,0  
Графіт 1,0  
Гранули 7,0  
Гексагональний нітрид бора 1,0  
Нікель 2,0  
Дрібнодисперсні алмази УДА 1,0  
Оксид кремнію 2,75  
Шунгіт 17,0  
Мідь або її сплави решта.

Експериментально було встановлено, що такий склад компонентів антифрикційного матеріалу дозволяє забезпечити запобігання графітизації фулеренів. Крім того, антифрикційний матеріал із зазначеним складом компонентів цілком задовольняє усім вимогам до антифрикційних матеріалів, тобто має високу здатність до самозмазування при високих температурах (понад 700°C), високу механічну міцність, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя, а також забезпечує утворення на поверхні матеріалу товстих розділових плівок графіту й масла, що запобігають зносу контактуючої пари.

Приклад 3.

Досліджувалися властивості антифрикційного матеріалу, що має наступний склад, мас. %:

Ферофосфор 4,0  
Волокно вуглецеве 10,0  
Залізо 14,0  
Графіт 3,0  
Гранули 22,0  
Гексагональний нітрид бора 2,0  
Нікель 3,0  
Дрібнодисперсні алмази УДА 5,0  
Оксид кремнію 0,5  
Шунгіт 2,0  
Мідь або її сплави решта

Експериментально було встановлено, що при такому складі антифрикційного матеріалу вдається в достатній мірі забезпечити запобігання графітизації фулеренів. Експериментально також було встановлено, що зазначена кількість оксиду кремнію є мінімальною, оскільки при введенні в матеріал меншої кількості оксиду кремнію вже не вдається запобігти графітизації фулеренів. У цілому антифрикційний матеріал із зазначеним складом компонентів цілком задовольняє усім вимогам до антифрикційних матеріалів, тобто має високу здатність до самозмазування при високих температурах (понад 700°C), високу механічну міцність, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя, а також забезпечує утворення на поверхні матеріалу товстих розділових плівок графіту й масла, що запобігають зносу контактуючої пари.

Реалізація способу одержання антифрикційного матеріалу, що містить фулерени, здійснювалася в такий спосіб:

Гранули одержують шляхом гранулювання першої суміші порошків, що містить порошки графіту і міді:

Мідь	37,0-60,0
Графіт	решта.

Гранулюють, наприклад, шляхом пропущення між каліброваними валками прокатного стану, з одержанням гранул розміром 0,4-2,0мм, гранули змішують із другою сумішшю порошків, що додатково містить фулерени у виді шунгіту або фулере-

нової сажі й оксид кремнію, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Ферофосфор	0,65-5,52
Волокно вуглецеве	0,65-15,31
Залізо	14,36-
Графіт	26,79
Гексагональний нітрид бора	0,21-5,26
Нікель	0,1-5,0
Дрібнодисперсні алмази УДА	0,2-10,0
Оксиди кремнію	0,01-20,0
Мідь або її сплави	0,5-5,0

решта,

при наступному співвідношенні, мас. %:

Гранули	2,0-24,0
Шунгіт	0,01-22,0
Друга суміш порошків	решта.

Отриману шихту формують, наприклад, шляхом накочування дозованими порціями між валками прокатного стану на сталевий лист, і опікають при температурі 830-1100°C у середовищі захисного газу.

Винахід дозволяє створити антифрикційний матеріал, спосіб його одержання й елемент вузла тертя з напеченим шаром антифрикційного матеріалу, що володіє підвищеною механічною міцністю, підвищеною в'язкістю, підвищеною зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя, підвищеною здатністю утворювати на поверхнях пар тертя товсту розділову плівку графіту й масла при роботі без змащення, що запобігає зносу контактуючих поверхонь.