



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40139 (13) U

(51) МПК (2009)

C22C 9/02

C22C 9/00

C22C 1/00

C22C 1/04

C22C 1/05

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

1

2

(21) u200812686

(22) 29.10.2008

(24) 25.03.2009

(46) 25.03.2009, Бюл.№ 6, 2009 р.

(72) РОЇК ТЕТЯНА АНАТОЛІВНА, UA, ГАВРИШ
АНАТОЛІЙ ПАВЛОВИЧ, UA, ГАВРИШ ОЛЕГ АНА-
ТОЛІЙОВИЧ, UA, ХОЛЯВКО ВАЛЕРІЯ ВІКТОРІВ-
НА, UA, ВІЦЮК ЮЛІЯ ЮРІВНА, UA, МЕЛЬНИК
ОЛЕНА ОЛЕКСІВНА, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA(57) Антифрикційний композиційний матеріал на
основі міді, що містить кремній, тверду змащува-
льну речовину, який **відрізняється** тим, що він
додатково містить нікель, алюміній, а як тверду
змащувальну речовину він містить фторид кальцію
при наступному співвідношенні компонентів, мас.
%:

нікель	4,0-6,0
алюміній	7,0-10,0
кремній	0,5-0,8
фторид кальцію	5,0-8,0
мідь	решта.

Корисна модель відноситься до порошкової
металургії, зокрема, до композиційних антифрик-
ційних матеріалів на основі міді, які використовую-
ються у машинобудуванні при виготовленні підши-
пників, що працюють при високих навантаженнях
на повітрі. Найбільш близьким до корисної моделі
по технічній суті та сукупності суттєвих ознак є
порошковий антифрикційний матеріал на основі
міді (найближчий аналог) [1], наступного складу,
мас. %:

Олово	5,0-11,0
Фосфід міді	6,0-18,0
Стеарат цинку	0,1-0,8
Дисульфід молібдену	1,5-11,5
Кремній	0,3-0,6
Сірка	0,4-0,75
Мідь	решта

Недоліками відомого матеріалу є незадовіль-
ний рівень антифрикційних властивостей - високий
коефіцієнт тертя та інтенсивність зношування при
високих швидкостях обертання в умовах одночас-
ної дії високих навантажень в умовах тертя на
повітрі без змащування рідким мастилом.

В основу корисної моделі поставлено задачу
зниження коефіцієнту тертя та інтенсивності зно-
шування в умовах тертя без змащування рідким
мастилом на повітрі при високих швидкостях обер-

тання (12000-20000 об./хв.) та високих наванта-
женнях (15,0-18,0 МПа).

Поставлена задача вирішується тим, що в ан-
тифрикційному композиційному матеріалі на осно-
ві міді, що містить кремній, тверду змащувальну
речовину, новим є те, що він додатково містить
нікель, алюміній, а як тверду змащувальну речо-
вину він містить фторид кальцію, при наступному
співвідношенні компонентів, мас. %:

нікель	4,0-6,0
алюміній	7,0-10,0
кремній	0,5-0,8
фторид кальцію	5,0-8,0
мідь	решта

Корисна модель ілюструється на наступному
прикладі.

Приклад. Запропонований матеріал одержу-
ють методом порошкової металургії шляхом: 1) з-
мішування - спочатку металевих компонентів
(мідь, нікель, алюміній) - 2 год., після цього дода-
ють порошки кремнію та фториду кальцію і розчи-
ну гліцерину у спирті (для уникнення сегрегації за
густиною компонентів) - 1 год.; 2) пресування су-
міші (шихти); 3) спікання при температурі 830-850
°C 2 год. у захисному середовищі водню. Після
виготовлення матеріал піддають загартуванню з
температури 900 °C у воді та старінню при 450 °C

(13) U

(11) 40139

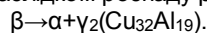
(19) UA

у захисному середовищі протягом 3 год. з метою виділення зміцнюючих фаз.

Нікель разом з кремнієм зміцнюють металеву основу матеріалу, утворюючи легований α - твердий розчин на основі міді, що підвищує комплекс механічних властивостей, які в умовах високих навантажень і швидкостей обертання позитивно впливають на працездатність вузла тертя. Наявність у матеріалі підвищеного вмісту кремнію знижує схильність його до схоплювання і переносу на спряжену контактуючу поверхню.

Нікель окрім підвищення зміцнюючих властивостей матеріалу сприяє підвищенню корозійної стійкості та жароміцності за рахунок утворення інтерметалідів, що не містять міді і виділяються з твердого розчину при старінні - Ni_3Al .

Присутність у запропонованому матеріалі алюмінію у кількості до 10 % обумовлює утворення при температурах старіння γ_2 - фази ($\text{Cu}_{32}\text{Al}_{19}$), яка є наслідком розпаду β - фази (Cu_3Al) за схемою:



Утворена інтерметалідна γ_2 - фаза має високу твердість, що забезпечує збільшення зносостійкості і підвищення антифрикційних властивостей матеріалу.

Наявність у складі матеріалу твердого мастила - фториду кальцію, який не реагує хімічно з компонентами матеріалу, сприяє підвищенню антифрикційних властивостей за рахунок утворення під час роботи змащувальної плівки на робочих поверхнях. Така плівка має високу адгезію до матеріалу основи і оберігає тертьові поверхні від металевого контакту, витримуючи високі навантаження.

Антифрикційні властивості визначали на повітрі на машині тертя М-22М по схемі вал-вкладень при швидкостях обертання 12000 об./хв. та 20000 об./хв., навантаженнях 0,1 та 18,0 МПа в парі з контртілом зі сталі 20Х (ГОСТ 5632-72) з твердістю HRC 54-55.

У таблиці наведено склади запропонованого антифрикційного композиційного матеріалу (склади 2-4), склади, що виходять за межі запропонованого складу компонентів (склади 1, 5), а також антифрикційні властивості зазначених складів у порівнянні з властивостями найближчого аналогу - порошкового антифрикційного матеріалу (склад 6).

Наведені у таблиці дані свідчать, що наявність нікелю, алюмінію та фториду кальцію у складі запропонованого антифрикційного композиційного матеріалу на основі міді забезпечує надання йому більш високих антифрикційних властивостей при високих швидкостях обертання з одночасною дією високих навантажень у порівнянні з найближчим аналогом [1].

При вмісті компонентів матеріалу за межами запропонованого (склади 1, 5) антифрикційні властивості знижуються. Для матеріалу складу 1 це пояснюється недостатньою кількістю нікелю та алюмінію для забезпечення утворення зміцнюючих фаз в структурі матеріалу, що викликає незначне зміцнення композиту і, відповідно, зменшення його опору стиранню і схоплюванню. Фторид кальцію у такій кількості (4,0 мас. %) не забезпечує мінімальні витрати на тертя та знос, оскільки поєднання високих навантажень і швидкостей обертання та механічних властивостей несучої частини матеріалу (як одної з його структурних складових) і твердого мастила (як другої його структурної складової), не забезпечують безперервного утворення і намазування на робочих поверхнях захисних розділювальних плівок. Матеріал складу 5 має підвищений вміст компонентів, зокрема, Ni і Al , які сприяють суттєвому підвищенню твердості при різкому зниженні пластичності матричної основи, а при цьому високий вміст CaF_2 (10,0 мас. %), як непластичної домішки, значно знижує міцність композиту у цілому. Це призводить до зниження конструкційної міцності матеріалу, його окрихчення, і, як наслідок, до зменшення його опору зношуванню.

Запропонований антифрикційний композиційний матеріал може використовуватись для виготовлення самозмащувальних підшипників ковзання, втулок, вкладнів і т.д., що працюють при високих швидкостях обертання і високих навантаженнях, зокрема, у вузлах тертя об'єктів приладів і машинобудування, енергетики, наприклад, у вузлах тертя високообертового відцентрового обладнання, електродвигунів, редукторів, поліграфічної техніки.

Література 1. Патент України №72823 С2, С22С9/02, 15.04.2005

Таблиця

№ з/п	Склад, мас.%					Швидкість обертання							
						12000 об./хв.				20000 об./хв.			
						Навантаження							
	нікель	алюміній	крем ній	Фторид кальцію	мідь	Р=0,1 МПа		Р=18 МПа		Р=0,1 МПа		Р=18 МПа	
коэф. тертя						інтенс. зношу вання, мкм/км	коэф. тертя	інтенс. зношу вання, мкм/км	коэф. тертя	інтенс.зно шування, мкм/км	коэф. тертя	інтенс. зношу вання, мкм/км	
1	3,0	5,0	0,4	4,0	решта	0,22	54	0,18	37	0,27	71	0,2	62
2	4,0	7,0	0,5	5,0	решта	0,2	48	0,16	34	0,24	48	0,17	44
3	5,0	9,0	0,7	7,0	решта	0,19	46	0,14	30	0,22	40	0,15	42
4	6,0	10,0	0,8	8,0	решта	0,21	50	0,13	32	0,23	52	0,14	44
5	7,0	11,0	0,85	10,0	решта	0,24	52	0,17	36	0,28	60	0,18	68
6 Найбл. аналог [1]	олово-5-11;фосфід міді-6-18;стеарат цинку-0,1- 0,8;дисульфід молібдену-1,5- 11,5;сірка-0,4-0,75		0,3- 0,6	-	решта	0,08- 0,13	0,004- 0,008	0,28- 0,36	128-160	0,060- 0,080	0,007-0,008	0,32- 0,41	240-320