



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46090 (13) U
(51) МПК (2009)
C22C 9/08
C22C 1/02
C22C 38/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ СИСТЕМИ "МІДНИЙ СПЛАВ - ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИЙ СПЛАВ"

1

(21) u200905874
(22) 09.06.2009
(24) 10.12.2009
(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.
(72) ЗАТУЛОВСЬКИЙ АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ, РА-
ТУШНЯК ВОЛОДИМИР ЮРІЙОВИЧ
(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТА-
ЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ
(57) 1. Композиційний антифрикційний матеріал
системи "мідний сплав - залізовуглецевий сплав",
матриця якого містить свинець як тверде мастило,
який складається з псевдосплаву міді та свинцю,
та дискретних часток залізовуглецевого сплаву,

2

який **відрізняється** тим, що до складу композиту
додатково додано свинець при наступному спів-
відношенні компонентів, мас. ч. %:

частки залізовуглецевого сплаву	40-63
свинець	12-20
мідь	17-48.

2. Композиційний антифрикційний матеріал за п. 1,
який **відрізняється** тим, що співвідношення твер-
дості (H_p) армуючих елементів до матриці знахо-
диться в інтервалі 2,8-3,2.

3. Композиційний антифрикційний матеріал за п. 1,
який **відрізняється** тим, що розмір армуючих
елементів складає 0,8-4мм.

Корисна модель відноситься до галузей лива-
рного виробництва та машинобудування і може
бути використана для виготовлення композиційних
відливок, заготовок антифрикційного призначення,
які працюють в умовах в підвищених зносу, наван-
тажень, швидкостей обертання і температур.

Відомий антифрикційний матеріал, який міс-
тить матрицю з мідного сплаву, наповнювач-
сфероїдальний зерновий твердий сплав та тверде
мастило - графіт кристалічний за наступним спів-
відношенням, мас.частка % [UA №2354,1994
опубл. 26.12.94, бюл.№5-1] (прототип):

сфероїдальний твердий сплав	
(карбід вольфраму)	63-76
графіт кристалічний	1-5
мідний сплав	залишок.

Однак цей антифрикційний матеріал має сут-
тєві недоліки. Частки сфероїдального твердого
наповнювача - карбіду вольфраму надзвичайно
тверді (2100-2800кг/мм²) і в процесі експлуатації
можуть зношувати вал, який працює в парі з під-
шипниками ковзання або вкладишами зробленими
з композиційного матеріалу. Графіт кристалічний,
який додається до сплаву не змочується рідким
матричним мідним сплавом, має недостатню адге-
зію до матричного сплаву і низьку міцність, що
призводить до зниження зносостійкості. Ці недолі-

ки були частково виправлені авторами [SU
№1383820, опубл. 23.02.91, бюл. №7], які запро-
понували в якості зміцнюючої фази чавун, а в яко-
сті матриці - мідний сплав з цинком, нікелем, інді-
єм і титаном. Однак матриця не забезпечує
достатній рівень захисту валу від контакту з твер-
дими гранулами чавуну і тому шийка валу досить
швидко зношується в процесі тертя без змашу-
вання. Крім того, продукти зношування, які явля-
ють собою суміш твердих часток чавуну, карбідів
хрому, титану та заліза з окислами міді, виносять-
ся в процесі тертя в зазор між валом та підшипни-
ком ковзання, підвищують коефіцієнт тертя і під-
вищують знос антифрикційного виробу. Також не
встановлено інтервал співвідношення твердості
армуючих елементів і матриці. Необхідно також
відмітити високу коштовність та дефіцитність таких
складових, як нікель та індій.

Метою даної корисної моделі є підвищення
антифрикційних властивостей сплаву за рахунок
покращення умов приробки антифрикційної деталі
до валу, що обертається.

В композиційному антифрикційному матеріалі
системи "мідний сплав - залізовуглецевий сплав"
це досягається за рахунок використання, в якості
матричного сплаву свинцевистої бронзи, яка являє

(19) UA (11) 46090 (13) U

собою псевдосплав міді та свинцю при наступному співвідношенні компонентів, мас. частка %:

частки залізовуглецевого сплаву	40-63
свинець	12-20
мідь	17-48

Свинець не утворює з міддю твердих розчинів, а сплав являє собою механічну суміш двох металів, які мають різну температуру розплавлення. Мікроструктура свинцевистої бронзи являє собою тверду основу міді з вкрапленими в неї м'якими частками свинцю. Ці бронзи відмінні від більшості антифрикційних бронз, де в м'яку основу вкраплені тверді частки. Свинець в свинцевистій бронзі і композиті виконує роль твердого мастила і захищає шийку валу від прямого контакту з виступаючими нерівностями поверхні антифрикційної втулки. Особливо важливо це в початковий період експлуатації - приробки. В результаті дифузійного зношування м'якої пластичної матриці і твердої дискретної армуючої фази відбувається приробка до належної форми робочої поверхні втулки стосовно валу, вирівнювання розподілення навантажень. Після вступу в контакт нерівностей антифрикційної втулки і валу підвищується температура всієї системи і на поверхню тертя видається порція пластичного і м'якого свинцю, який разом з мідним сплавом утворює розподільчу поверхню між валом та антифрикційною втулкою. В якості армуючих елементів застосовуються частки залізовуглецевих сплавів - сталей і чавунів різноманітної морфології. Це можуть бути частки округлої чи неправильної форми, наприклад літа чи колота сталева чи чавунна дріб, нарізана проволочка, подрібнена стружка. Розмір армуючих елементів 0,8-4мм. Якщо розмір армуючих елементів менше 0,8мм, то кількість мідного псевдосплаву буде недостатньою для утворення розподільчої плівки на поверхні тертя. У випадку більших розмірів часток ніж 4мм зносостійкість композиту знижу-

ється за рахунок, того, що композиційний матеріал деформується і армуючі елементи не можуть стримувати навантаження. Дослідження триботехнічних характеристик ЛКМ, армованих елементами різного типу показали, що домінуючим фактором впливу є співвідношення мікротвердості фаз. Практично для всіх макрорегіонів ЛКМ системи "мідний сплав-залізовуглецевий сплав" із підвищенням значень $K = H_{\text{ц.арм.фази}}/H_{\text{ц.матриці}}$ до 2,8-3,2 спостерігається чітка тенденція зменшення коефіцієнта тертя (f) та інтенсивності зношування (I). М'які і менш міцні армуючі ($K < 2,8$) гранули гірше виконують функції армуючих елементів - швидко руйнуються на трибоконтакті, контртіло вступає в контакт з менш міцною матрицею-зносостійкість зменшується. При підвищенні $K > 3,2$ подальшого зростання зносостійкості не спостерігається. Слід відмітити, що керувати співвідношенням K можливо в основному за рахунок варіювання твердістю армуючих елементів. Це можна зробити правильним підбором армуючих елементів та термообробкою на заданий рівень твердості.

Було проведено антифрикційні іспити нового матеріалу в порівнянні з прототипом, іншим композиційним матеріалом, який не містить свинець, та мономатеріалом бронзою БрС30. Іспити проводили на лабораторній машині тертя МТ-68 в умовах сухого тертя. Час іспитів 0,5 години. Результати іспитів наведено в таблиці.

Як видно з іспитів, новий композиційний матеріал має зносостійкість вищу за матеріал прототипу, мономатеріал, а також композит на основі мідного сплаву з оловом (БрОФ10-1).

Таким чином використання нового композиційного матеріалу дозволяє значно підвищити зносостійкість антифрикційних матеріалів, які використовуються і термін використання підшипників ковзання.

Таблиця

Зносостійкість композиційних антифрикційних матеріалів

№ ісп	Матеріал	$K = H_{\text{ц.арм.фази}}/H_{\text{ц.матриці}}$	Швидкість, V, м/с	Навантаження P, кг	Втрата ваги, Δm , мг	Знос I, мг/км·см ²
1.	Бронза БрС30	-	5	5	1028,7	145,6
2.	Композит бронза Бр.С30+дріб	3,0	5	5	24,2	3,42
3.	Композит сфероїдальний твердий сплав+мідний сплав+графіт	16,7	5	5	179,8	25,45
4.	Композит бронза Бр.ОФ10-1+дріб	2,2	5	5	63,6	9,00
5.	Бронза БрС30	-	7,5	5	катастрофічний знос	
6.	Композит бронза Бр.С30+дріб	3,0	7,5	5	103,2	9,73
7.	Композит сфероїдальний твердий сплав+мідний сплав+графіт	16,7	7,5	5	155,7	14,69
8.	Композит бронза Бр.ОФ10-1+дріб	2,2	7,5	5	262,6	25,5
9.	Бронза БрС30	-	10	5	катастрофічний знос	
10.	Композит бронза Бр.С30+дріб	3,0	10	5	272,0	19,2
11.	Композит сфероїдальний твердий сплав+мідний сплав+графіт	16,7	10	5	493,0	34,47
12.	Композит бронза Бр.ОФ10-1+дріб	2,2	10	5	514,8	36,00

