



УКРАЇНА

(19) UA (11) 31545 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C22C 19/03МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) АНТИФРИКЦІЙНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ

(21) u200714341

(22) 19.12.2007

(24) 10.04.2008

(46) 10.04.2008, Бюл. № 7, 2008 рік

(72) РОЇК ТЕТЯНА АНАТОЛІЇВНА, UA, ГАВРИШ  
АНАТОЛІЙ ПАВЛОВИЧ, UA, ГАВРИШ ОЛЕГ  
АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ХОЛЯВКО ВАЛЕРІЯ  
ВІКТОРІВНА, UA, ВІЦЮК ЮЛІЯ ЮРІЇВНА, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ", UA(57) Антифрикційний композиційний матеріал на  
основі нікелю, що містить фторид кальцію та  
хімічні елементи - вуглець, вольфрам, хром,  
молібден, титан, алюміній і кобальт, який  
**відрізняється** тим, що він додатково міститьванадій, бор та церій, які разом з означеними  
хімічними елементами містяться у порошковому  
легованому сплаві ХН55ВМТКЮ, при наступному  
співвідношенні компонентів, мас. %:

фторид кальцію	4,0-8,0
вуглець	0,04-0,10
вольфрам	4,5-6,5
хром	9,0-12,0
молібден	4,0-6,0
титан	1,4-2,0
алюміній	3,6-4,5
кобальт	12,0-16,0
ванадій	0,2-0,8
бор	0,01-0,02
церій	0,01-0,02
нікель	решта.

Корисна модель належить до порошкової  
металургії, зокрема, до композиційних  
антифрикційних матеріалів, що використовуються  
у машинобудуванні при виготовленні підшипників  
ковзання, працюючих при високих температурах і  
навантаженнях на повітрі при терті без  
змащування.

Найбільш близьким до корисної моделі по  
технічній суті та сукупності суттєвих ознак є  
порошковий антифрикційний матеріал на основі  
нікелю [1], наступного складу, мас. %:

Вуглець	0,038-0,076
Вольфрам	8,65-9,31
Хром	7,6-9,5
Молібден	2,28-3,04
Титан	1,71-2,09
Алюміній	4,75-5,13
Ніобій	1,71-2,09
Кобальт	9,5-11,4
Фторид кальцію	4,0-8,0
Нікель	решта.

Недоліками відомого матеріалу є  
незадовільний рівень антифрикційних  
властивостей - високий коефіцієнт тертя та  
інтенсивність зношування, а також параметри  
гранично-допустимих навантажень на пару тертя  
при високих температурах (850-870°C) в умовах  
тертя на повітрі.

В основу корисної моделі поставлено задачу  
зниження коефіцієнту тертя та інтенсивності  
зношування, а також підвищення  
граничнодопустимих навантажень на  
антифрикційний матеріал в умовах тертя без  
змащування при високих температурах (850-  
870°C) на повітрі.

Поставлена задача досягається тим, що  
антифрикційний композиційний матеріал на основі  
нікелю, що містить фторид кальцію та хімічні  
елементи - вуглець, вольфрам, хром, молібден,  
титан, алюміній і кобальт, додатково містить  
ванадій, бор та церій, які разом з означеними  
хімічними елементами містяться у порошковому  
легованому сплаві ХН55ВМТКЮ (ЗІ 929), при  
наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Фторид кальцію	4,0-8,0
Вуглець	0,04-0,10
Вольфрам	4,5-6,5
Хром	9,0-12,0
Молібден	4,0-6,0
Титан	1,4-2,0
Алюміній	3,6-4,5
Кобальт	12,0-16,0
Ванадій	0,2-0,8
Бор	0,01-0,02
Церій	0,01-0,02

(19) UA (11) 31545 (13) U

Нікель решта.  
Корисна модель ілюструється на наступному прикладі.

#### Приклад

Пропонований матеріал одержують методом порошкової металургії шляхом змішування металевго порошку сплаву ХН55ВМТКЮ (ГОСТ 5632-72) та порошку фториду кальцію протягом 4 год. Одержану суміш (з пластифікатором) піддають гарячому ізостатичному пресуванню: шихту завантажують у контейнер, далі випалюють пластифікатор при 300°C у вакуумі з

відкачуванням продуктів згоряння. Після цього здійснюється пресування при 1210°C, витримці 3-4 год. і тиску аргону 130-140 МПа. Для стабілізації структури матеріалу та підвищення його властивостей виконується наступна термічна обробка: загартування - нагрів до температури 1240°C, охолодження на повітрі; старіння при 910°C протягом 16 год. на повітрі.

Антифрикційні властивості визначали на повітрі при швидкості ковзання 0,32 м/с, навантаженнях 5-7 МПа, температурі 870°C у парі з контртілом з хрому.

Таблиця

Склад	Вміст компонентів, мас. %													Коефіцієнт тертя (f) та інтенсивність зношування (I), мкм/км, при навантаженні, МПа						Гранично-допустима температура, °C
	CaF <sub>2</sub>	C	W	Cr	Mo	Ti	Al	Nb	Co	V	B	Ce	Ni	5		6		7		
														f	I	f	I	f	I	
1	4,0	0,04	4,5	9,0	4,0	1,4	3,6	-	12,0	0,2	0,01	0,01	решта	0,27	34	0,26	33	0,23	32	870
2	6,0	0,08	5,5	11,0	5,0	1,8	4,0	-	14,0	0,6	0,015	0,015	решта	0,26	32	0,24	30	0,18	28	870
3	8,0	0,10	6,5	12,0	6,0	2,0	4,5	-	16,0	0,8	0,02	0,02	решта	0,27	35	0,25	31	0,22	30	870
4	3,0	0,02	4,0	7,0	3,0	1,0	3,0	-	10,0	0,1	0,005	0,005	решта	0,3	72	0,28	83	0,26	92	870
5	9,0	0,15	7,0	13,0	7,0	3,0	5,5	-	17,0	0,9	0,03	0,03	решта	0,29	78	0,31	84	0,30	96	870
6 (прототип)	4,0- 8,0	0,038- 0,076	8,65- 9,31	7,6- 9,5	2,28- 3,04	1,71- 2,09	4,75- 5,13	1,71- 2,09	9,5- 11,4	-	-	-	решта	0,26	30	0,34	98	0,38	228	800

Примітка: У складах 1-5 вміст сірки не більше 0,01 мас. %, фосфору - не більше 0,015 мас. %.

У таблиці наведено склади запропонованого антифрикційного композиційного матеріалу (склади 1-3), склади, що виходять за межі запропонованого складу компонентів (склади 4, 5), а також антифрикційні властивості зазначених складів у порівнянні з властивостями відомого порошкового антифрикційного матеріалу (склад 6, прототип).

Наведені у таблиці дані свідчать, що наявність ванадію, бору та церію у складі запропонованого антифрикційного композиційного матеріалу на основі нікелю забезпечує надання йому більш високих антифрикційних властивостей при підвищенні гранично-допустимих навантажень на пару тертя і робочої температури у порівнянні з матеріалом - прототипом [1]. Це викликано позитивною дією ванадію, бору та церію завдяки утворенню в структурі матеріалу додаткових подвійних та потрійних сполук за їх участю.

Ванадій підвищує жароміцність твердого розчину та збільшує термічну стабільність  $\gamma'$ -фази, входячи до її складу і утворюючи (Ni,V)<sub>3</sub>Al, разом з цим виникнення твердих карбідів VC забезпечує зниження коефіцієнту тертя та інтенсивності зношування матеріалу. Окрім цього, наявність ванадію у твердому розчині на основі нікелю, у складі  $\gamma'$ -фази та у карбідах VC, (W,Mo,V)C підвищує температуру розчинення  $\gamma'$ -фази при нагріванні, що сприяє підвищенню температури плавлення матеріалу у цілому. Це, у свою чергу, дозволяє форсувати режими навантаження на пару тертя, збільшуючи гранично-допустимі навантаження і температури експлуатації.

Бор утворює в матеріалі дисперсні, розмірами близько 0,1 мкм, бориди типу Ni<sub>3</sub>B або

карбоборидні евтектичні включення головним чином на границях зерен. Такі включення зменшують швидкість дифузії атомів, швидкість руху дислокацій, швидкість коагуляції  $\gamma'$ -фази при високих температурах експлуатації, що, у свою чергу, поліпшує структурну стабільність і жароміцність матеріалу та забезпечує підвищення його антифрикційних властивостей.

Церій разом з бором є рафінуючим мікролегуємим елементом. Аналогічно бору церій розташований в основному біля границь зерен і на поверхнях розділу фаз, чинить модифікуючу дію на матеріал - подрібнює мікростерно, зменшує розмір дендритної комірки, змінює морфологію та розподіл неметалевих шкідливих домішок (S, P). Церій і бор дуже мало розчиняються у нікелі та ефективно очищують границі зерен і фаз матеріалу від сірки та фосфору, затримуючи процеси знеміцнення матеріалу і тим самим підвищуючи його структурну стабільність. Церій і бор зв'язують сірку та фосфор у тугоплавкі сульфіді та фосфіді і майже у два рази знижують вміст вільних сірки та фосфору у матеріалі. Підвищення структурної стабільності матеріалу сприяє стабілізації його антифрикційних властивостей при високих робочих температурах та навантаженнях. слід відзначити також високу жаростійкість запропонованого матеріалу на повітрі при температурі 870°C, завдяки присутності у його складі також церію і бору, які покращують захисні властивості оксидних плівок, утворених іншими хімічними елементами. Так, відносно збільшення маси зразків із запропонованого матеріалу при витримці 50 год. не перевищує 0,2-0,3%, а стабілізація зміни маси настає за час окиснення 10 год.

При вмісті компонентів матеріалу за межами запропонованого складу (склади 4, 5) антифрикційні властивості матеріалу знижуються.

Запропонований антифрикційний композиційний матеріал на основі нікелю може використовуватись для виготовлення опор ковзання високотемпературних вузлів тертя газотурбінних двигунів, газоперекачуючих вузлів, газоперекачуючих установок,

металургійного обладнання (вузлів тертя установок безперервного розливання сталі, безконусних завантажуючих пристроїв домених печей), працюючого на повітрі при підвищених і високих навантаженнях і температурах до 870°C.

Література:

1. Авторское свидетельство СССР №1607423A1, C22C19/03, 32/00, 25.04.1989.