



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114047** (13) **C2**

(51) МПК (2017.01)

C22C 23/00

C23C 4/067 (2016.01)

B22F 9/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2016 01800	(72) Винахідник(и): Бабак Віталій Павлович (UA), Щепетов Віталій Володимирович (UA), Мерненко Володимир Іванович (UA), Яковлєва Маргарита Степанівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.02.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2017	
(41) Публікація відомостей про заявку: 11.07.2016, Бюл.№ 13	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ, вул. Желябова, 2-а, м. Київ-57, 03057 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2017, Бюл.№ 7	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: JP H0641701 A, 15.02.1994 JP H0681054 A, 22.03.1994

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ АМОРФНО-КРИСТАЛІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

(57) Реферат:

Винахід належить до порошкової металургії і стосується зносостійкого аморфно-кристалічного матеріалу для відновлення деталей і механізмів триботехнічного призначення. Матеріал містить, мас. %: магній 55-81, титан 13-28, кремній 8-25, карбон 4-9. Технічним результатом є зниження коефіцієнтів тертя, інтенсивності зношування, підвищення поверхневої міцності, корозійної стійкості покриттів.

UA 114047 C2

Винахід належить до галузі порошкової металургії, зокрема до складу порошкових композиційних матеріалів для газотермічного напилення покриттів, що експлуатуються в умовах підвищеного зносу, значних швидкісних навантажень та агресивних середовищах.

- Відомий композиційний матеріал на основі магнію. Так, існує композиція (Кобелев Н.П., Соيفер Я.М., Бродова И.Г. и др. Внутреннее трение и изменение модуля Юнга в сплаве Mg-Ni-Y, обусловленное переходом аморфного в нанокристаллическое состояние //Физика твердого тела. - 1999. - Т. 41. - Вип. 41. - С. 561-566), що містить, мас. %:

магній	76-90
нікель	9-17
ітрій	2,7-4,2.

- Зазначений матеріал не містить самофлюсуючих компонентів, що зменшує адгезійну міцність та обумовлює присутність руйнівних залишкових напружень, як наслідок термічних умов напилення і різних теплофізичних властивостей, що значно обмежує експлуатаційні можливості, особливо в режимах навантаження.

Існує композиційний матеріал (Авіаційні матеріали та їх обробка /За ред. Ю.М. Терещенка. - К.: Вища освіта, 2003. - С. 114), що містить такі компоненти, мас. %:

алюміній	7,6-8,9
цинк	0,15-0,32
марганець	0,23-0,39
магній	решта.

- Цей сплав має тимчасовий опір $\sigma_b=190$ МПа при твердості до НВ 575 МПа однак є недостатньо пластичним та зносостійким, особливо при ударних навантаженнях.

Найбільш близьким технічним рішенням зразка, вибраного за прототип, відповідає композиція (Порошковая металлургия и напиление покрытия. Под ред. Б.С. Митина. - М.: Металлургия, 1987. - С. 407), що містить, мас. %:

бор	20-35
магній	решта.

- Зазначений матеріал відрізняється досить високими механічними характеристиками при міцності на вигин до 350-400 МПа, однак має незначну зносостійкість як при навантаженнях, так і при підвищених швидкостях ковзання.

Важливим фактором вибору композиції сучасних аморфних матеріалів є використання національних природних ресурсів, тому техніко-економічно обґрунтованим є використання компонентів з національних запасів країни.

- В основу винаходу поставлена задача вдосконалення зносостійкого аморфно-кристалічного матеріалу на основі магнію шляхом додавання до його складу легованих домішок - титану, кремнію та карбону, які забезпечують зниження коефіцієнта тертя, підвищення опору зносу, адгезійної міцності та корозійної стійкості.

- Поставлена задача вирішується тим, що до складу зносостійкого аморфно-кристалічного матеріалу на основі магнію, згідно з винаходом, входять титан, кремній та карбон при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

магній	55-81
титан	13-28
кремній	8-25
карбон	4-9.

- В умовах досліджень аморфізованих покриттів близьких за структурно-фазовим складом, що наносяться на поверхню деталі газотермічними технологіями, встановлено, що максимальним експлуатаційним властивостям відповідають покриття, що отримані детонаційно-газовим методом.

- Причинно-наслідний зв'язок між сукупністю ознак винаходу і технічним результатом взаємообумовлений тим, що магній, як основа матеріалу відповідає високим фізико-механічним властивостям. Однак, з метою поліпшення експлуатаційних можливостей, потребує введення легованих домішок Ti, Si, C, що забезпечує підвищення поверхневої та адгезійної міцностей, корозійної стійкості.

Запропонований аморфно-кристалічний матеріал може використовуватися як матеріал для деталей машин і механізмів триботехнічного призначення, які працюють в умовах відсутності мастила чи при їх обмеженнях, а також в агресивних середовищах.

Матеріал одержують методами порошкової металургії.

- Вихідні порошки магнію, титану, кремнію, карбону змішують і розмелюють у відповідних співвідношеннях у середовищі ацетону або спирту-ректифікату в планетарному млині протягом 8-10 годин. Суміш висушують в сушильній шафі, а потім просіюють. Середня величина частинок

не перевищує 50-65 мкм. Зразки одержують методом гарячого пресування в графітових прес-формах в температурному інтервалі 1800-2000 °С, під тиском 20-40 МПа, час витримки 20-35 хвилин. Залишкова пористість таких зразків не перевищує 1,5-3,0 %.

- На отриманих зразках визначали фізико-механічні і триботехнічні властивості матеріалу:
- 5 коефіцієнт тертя, інтенсивність зношування, міцність на вигин, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Склад матеріалу				Коефіцієнт тертя ±0,002	Інтенсивність зношування ±0,06 мкм/км	Міцність на вигин, МПа
	Mg	Ti	Si	C			
1	58	26	13	3	0,15	5,5	560
2	62	22	11	5	0,19	8,4	515
3	71	17	9	3	0,26	9,2	450
Прототип							
4	79	-	-	21	0,34	10,3	380

Приклад 1.

- 10 Порошки магнію 58 мас. %, титану 26 мас. %, кремнію 13 мас. %, карбону 3 мас. % змішували та розмелювали у відповідних співвідношеннях у середовищі ацетону або спирту-ректифікату в планетарному млині протягом 8-10 годин. Суміш висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито.

- 15 Середня величина частинок не перевищує 50-65 мкм. Зразки одержували методом гарячого пресування в графітових прес-формах у температурному інтервалі 1800-2000 °С, під тиском 20-40 МПа, час витримки 20-35 хвилин. Залишкова пористість таких зразків не перевищує 1,5-3,0 %.

Приклад 2.

- 20 Порошки магнію 62 мас. %, титану 22 мас. %, кремнію 11 мас. %, карбону 5 мас. % змішували та розмелювали у відповідних співвідношеннях у середовищі ацетону або спирту-ректифікату в планетарному млині протягом 8-10 годин. Суміш висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито. Середня величина частинок не перевищувала 50-65 мкм. Зразки одержували методом гарячого пресування в графітових прес-формах у температурному інтервалі 1800-2000 °С, під тиском 20-40 МПа, час витримки 20-35 хвилин. Залишкова пористість таких зразків не перевищувала 1,5-3,0 %.

- 25 Приклад 3.

- 30 Порошки магнію 71 мас. %, титану 17 мас. %, кремнію 9 мас. %, карбону 3 мас. % змішували та розмелювали у відповідних співвідношеннях у середовищі ацетону або спирту-ректифікату в планетарному млині протягом 8-10 годин. Суміш висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито. Середня величина частинок не перевищувала 50-65 мкм. Зразки одержували методом гарячого пресування в графітових прес-формах у температурному інтервалі 1800-2000 °С, під тиском 20-40 МПа, час витримки 20-35 хвилин. Залишкова пористість таких зразків не перевищувала 1,5-3,0 %.

- 35 Детонаційне напilenня запропонованого матеріалу здійснювалось у наступній послідовності:

підготовка до напilenня основи (матеріал деталі);
підготовка порошку Mg-Ti-Si-C з діаметром часток композиційного порошку 50-65 мкм;
детонаційно-газове напilenня;
механічна обробка поверхні напilenого шару.
Режими напilenня та фазовий склад детонаційних покриттів наведено в таблиці 2.

- 40

Таблиця 2

№	Режим напilenня	Фазовий склад, %					Вміст газів, %	
		аморфні	Mg ₂ Si	MgC	TiC	інші	кисень	азот
1	C ₂ H ₂ :O ₂ +1:1	60,0	15,1	12,4	10,2	2,3	1,4	3,6
2	C ₂ H ₂ :O ₂ +1:1,3	72,5	9,8	8,4	7,2	2,1	0,48	1,12
3	C ₂ H ₂ :O ₂ +1:1,6	79,6	7,81	6,1	5,1	1,1	0,25	0,45

Залежність зносостійкості матеріалу від кількості аморфної фази у досліджуваних межах носить монотонний характер. При цьому присутня кореляційна залежність між кінетичними параметрами процесу формування аморфізованого шару, та його фізико-механічними

властивостями. Режими напилення, що забезпечують збільшення кількості аморфної фази у покритті, відповідають збільшенню його зносостійкості.

Міцність на вигин визначали за стандартною методикою, затвердженою Європейським стандартом ISO/TS 206 при 4-точковом згині для зразків розміром 45×4×3 мм.

5 Механічна обробка поверхні алмазними кругами проводилась по довжині зразків. По ребрах знімалися фаски.

Запропоновані покриття можливо використовувати для поверхневої міцності та зносостійкості деталей в умовах тертя без мастил та при обмеженому змащуванні, або в агресивних середовищах експлуатації для деталей, що працюють в екстремальних умовах.

10

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Зносостійкий аморфно-кристалічний матеріал на основі магнію, який **відрізняється** тим, що додатково містить легуючі домішки, якими є титан, кремній та карбон, у такому співвідношенні

15

компонентів, мас. %:

магній	55-81
титан	13-28
кремній	8-25
карбон	4-9.

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601