



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113933** (13) **C2**

(51) МПК (2017.01)

C23C 4/10 (2016.01)

C23C 4/126 (2016.01)

C22C 29/02 (2006.01)

B22F 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2016 01801**

(22) Дата подання заявки: **25.02.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **27.03.2017**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **10.06.2016, Бюл.№ 11**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **27.03.2017, Бюл.№ 6**

(72) Винахідник(и):

**Бабак Віталій Павлович (UA),
Щепетов Віталій Володимирович (UA),
Мерненко Володимир Іванович (UA),
Яковлєва Маргарита Степанівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН
УКРАЇНИ,
вул. Желябова, 2-а, м. Київ-57, 03057 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

**UA 13885 A, 25.04.1997
EP 2612710 A1, 10.07.2013
EP 2192206 A1, 02.06.2010**

(54) ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИЙ ЗНОСОСТІЙКИЙ НАНОМАТЕРІАЛ

(57) Реферат:

Винахід належить до порошкової металургії і стосується високотемпературного зносостійкого наноматеріалу для зміцнення та відновлення деталей та механізмів триботехнічного призначення. Матеріал містить, мас. %: карбід цирконію 50-65, ванадій 20-30, ніобій 10-15. Технічним результатом є зниження коефіцієнтів тертя, інтенсивності зношування, підвищення поверхневої міцності, корозійної стійкості покриттів.

UA 113933 C2

Винахід належить до галузі порошкової металургії, зокрема до високоміцних зносостійких наноструктурних композиційних матеріалів, які можуть бути використані у машинобудуванні для виготовлення деталей, що експлуатуються в умовах тертя та формуванні покриттів при змiцненні і відновленні зношених поверхонь при їх навантаженні тертям у відсутності мастил і дії значних навантажень, температур та агресивних середовищ.

Відомий композиційний матеріал, що містить (мас. %): цирконій (60-70) %; кобальт (20-23) %; мідь (10-15) % [В.Д. Абрамов, О.В. Абрамов, А.Н. Белоконов и др. О влиянии химической природы легирующего элемента на свойства аморфных сплавов на основе переходных металлов // Металловедение и 10 термическая обработка металлов. - М: Машиностроение, - 1990, № 11. - С. 49-52]. Зазначений матеріал не містить самофлюсуючих компонентів, що обумовлює низьку адгезійну міцність та присутність залишкових напружень, як наслідок термічних умов напilenня і різних теплофізичних властивостей.

Існує матеріал на основі ніобію (Патент Японії IP 0612935 A, C22C27/02, 1994), що містить також такі компоненти (мас. %): тантал (1,0-15,0)%, вольфрам (1,0-15,0)%, алюміній (18,0-26,0) %, ніобій - решта. Цей сплав має підвищену міцність на згин, однак є недостатньо пластичним та зносостійким, особливо при підвищених та ударних навантаженнях.

Найбільш близьким до винаходу за сукупністю ознак є порошковий матеріал (Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардотовская, Справочник./ Под редакцией Трефилова В.И. - К. Наукова думка, 1987, с. 303), що містить (мас. %): карбід цирконію (99,2-99,8) %, азот (08-04) %.

Даний матеріал має значні механічні властивості: мікротвердість 16,3 Гпа, інтенсивність зношування до 7,0 мкм/км, що обумовлює при навантаженні тертям значну крихкість, особливо при підвищених навантаженнях та в умовах знакоперемінних сил, що значно обмежує його функціональні можливості при захисті вузлів тертя від зносу.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення високотемпературного зносостійкого наноматеріалу шляхом додавання до його складу легованих домішок, якими є ванадій та ніобій, що забезпечує максимальну зносостійкість при значному зниженні коефіцієнта тертя, високу твердість і термостійкість у широкому навантажувально-швидкісному діапазоні.

Поставлена задача вирішується тим, що високотемпературний зносостійкий наноматеріал на основі карбіду цирконію, згідно з винаходом, додатково містить леговані домішки, якими є ванадій та ніобій у такому співвідношенні компонентів мас. %:

Карбід цирконію	50-65
Ванадій	20-30
Ніобій	10-15.

В умовах досліджень високотемпературних зносостійких наноструктурних композиційних матеріалів близьких за структурно-фазовим складом, що нанесені газотермічними методами, встановлено, що максимальним експлуатаційним властивостям відповідають покриття, напilenі детонаційно-газовим методом.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак винаходу і технічним результатом взаємообумовлений тим, що карбід цирконію, як основа матеріалу відповідає високим фізико-механічним властивостям. Однак, з метою поліпшення експлуатаційних можливостей потребує введення легованих домішок ванадію та ніобію, які забезпечують підвищення поверхневої та адгезійної міцностей, корозійної стійкості.

Запропоновані високотемпературні зносостійкі наноматеріали можуть використовуватися для деталей машин і механізмів триботехнічного призначення, що працюють в умовах відсутності мастила чи при їх обмеженнях, а також в агресивних середовищах.

Високотемпературний зносостійкий наноматеріал одержують наступним чином.

Вихідні порошки карбіду цирконію, ванадію, ніобію змішують і розмелюють у відповідних співвідношеннях в атритері протягом 3-7 годин. Середня величина частинок не перевищує 40-50 нм.

Приклад 1. Порошки карбіду цирконію 65 мас. %, ванадію 30 мас. %, ніобію 5 мас. % змішували і розмелювали у відповідних співвідношеннях в атритері протягом 3-7 годин. Середня величина частинок не перевищувала 40-50 нм.

Приклад 2. Порошки карбіду цирконію 60 мас. %, ванадію 26 мас. %, ніобію 15 мас. % змішували і розмелювали у відповідних співвідношеннях в атритері протягом 3-7 годин. Середня величина частинок не перевищувала 40-50 нм.

Приклад 3. Порошки карбіду цирконію 56 мас. %, ванадію 23 мас. %, ніобію 21 мас. % змішували і розмелювали у відповідних співвідношеннях в атритері протягом 3-7 годин. Середня величина частинок не перевищувала 40-50 нм.

Детонаційне напilenня запропонованого матеріалу здійснювалось у наступній послідовності:

- підготовка до напilenня основи (активування поверхні деталі);
- підготовка порошку ZrC-V-Nb з розміром часток 40-50 нм;
- 5 - детонаційно-газове напilenня;
- механічна обробка поверхні напilenого шару.

На отриманих зразках визначали фізико-механічні і триботехнічні властивості матеріалу: коефіцієнт тертя, інтенсивність зношування, мікротвердість (таблиця 1).

Таблиця 1

№	Склад матеріалу, мас. %						Коефіцієнт тертя, $\pm 0,002$	Інтенсивність зношування, $\pm 0,06$ мкм/км	Мікротвердість, ГПА
	ZrC	V	Nb	Ti	Ta	Mo			
1	65	30	5	-	-	-	0,15	5,3	17,6
2	60	26	15	-	-	-	0,09	3,8	13,4
3	56	23	21	-	-	-	0,12	4,3	10,5
Прототип									
4	-	69	10	7	9	5	0,21	6,9	8,3

Запропоновані високотемпературні зносостійкі наноматеріали 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 тертя.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Високотемпературний зносостійкий наноматеріал на основі карбіду цирконію, який **відрізняється** тим, що додатково містить легуючі домішки, якими є ванадій та ніобій, у такому співвідношенні компонентів, мас. %:

карбід цирконію 50-65
ванадій 20-30
ніобій 10-15.