



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **89241**

(13) **U**

(51) МПК

C04B 35/56 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 13851**

(22) Дата подання заявки: **29.11.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.04.2014**

(46) Публікація відомостей **10.04.2014, Бюл.№ 7**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Григор'єв Олег Миколайович (UA),
Котенко Валерій Антонович (UA),
Дубовик Тетяна Василівна (UA),
Субботін Володимир Іванович (UA),
Бєга Микола Денисович (UA),
Бережинський Ігор Леонідович (UA)**

(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ІМ. І.М.
ФРАНЦЕВИЧА НАН УКРАЇНИ,
вул. Кржижанівського, 3, м. Київ-142, 03680
(UA)**

(54) УДАРОМІЦНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ НІТРИДУ АЛЮМІНІЮ

(57) Реферат:

Удароміцний композиційний матеріал на основі нітриду алюмінію містить нітрид алюмінію AlN. Крім цього, він додатково містить карбід бору B_4C , борид титану TiB_2 , карбід кремнію SiC і кремній Si при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

карбід бору B_4C	24-28
борид титану TiB_2	7-9
карбід кремнію SiC	6-8
кремній Si	4-6
нітрид алюмінію AlN	решта.

U
UA 89241

Корисна модель належить до галузі порошкової металургії, а саме - до удароміцних композиційних матеріалів. Матеріал, що заявляють, може бути використаний для виготовлення удароміцних конструкційних елементів транспортних засобів.

Аналогом розробленому матеріалу може бути гарячепресований матеріал складу, мас. %:

5 50-75 нітриду алюмінію AlN, 25-50 нітриду бору BN (О.Н. Григорьев, Н.Д. Бега, Т.В. Дубовик, В.И. Субботин и др. Исследование процесса формирования композитов на основе нитридов алюминия и бора в условиях горячего прессования // Порошковая металлургия.-2009.-№5/6.-С. 125-133).

Недоліком матеріалу аналога є низьке значення механічної міцності (на згин 67-82МПа).

10 В якості прототипу був обраний гарячепресований нітрид алюмінію AlN (О.Н. Григорьев, В.А. Котенко, Т.В. Дубовик, В.И. Субботин и др. Нитридная керамика для создания слоистых композитов // Огнеупоры и техническая керамика.-2005.- 12.- С.2-7).

Недоліком матеріалу прототипу є невисокі значення механічної міцності (на згин 128 М Па).

15 В основу корисної моделі "Удароміцний композиційний матеріал на основі нітриду алюмінію" поставлена задача створити матеріал з високими міцнісністю, твердістю, тріщиностійкістю, коефіцієнтом масової ефективності, а також з достатньою термостійкістю.

Поставлену задачу вирішували шляхом додавання до порошку нітриду алюмінію AlN порошоків карбіду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбіду кремнію SiC і кремнію Si при такому співвідношенні компонентів, мас %:

карбід бору B_4C	24-28
борид титану TiB_2	7-9
карбід кремнію SiC	6-8
кремній Si	4-6
нітрид алюмінію AlN	решта.

20 Суть корисної моделі полягає в тому, що існує причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю її суттєвих ознак і технічним результатом, що впливає із нижченаведеного опису. Нітрид алюмінію AlN і карбід бору B_4C використовували як тверді і термостійкі матеріали; крім того, карбід бору B_4C може забезпечити стійкість матеріалу на початку процесу руйнування, на стадії пружного деформування, а нітрид алюмінію AlN - стійкість після початку руйнування за рахунок

25 фрагментування зруйнованого матеріалу в зоні ядра деформації і подальшого ущільнення порошкоподібного матеріалу цієї зони. Борид титану TiB_2 і карбід кремнію SiC можуть підвищити механічну міцність, твердість і корозійну стійкість матеріалу. Порошок кремнію Si, який плавиться при температурі 1400 °С, активує процес гарячого пресування, дає можливість знизити його температуру, підвищити щільність і механічну міцність гарячепресованих зразків.

30 Поєднання перелічених сполук з порошком кремнію повинно забезпечити необхідні умови для створення матеріалу з достатньо високими удароміцністю і балістичними властивостями.

Удароміцний композиційний матеріал на основі нітриду алюмінію одержували методами порошкової металургії. Вихідні порошки - нітрид алюмінію AlN, карбід бору B_4C , борид титану TiB_2 , карбід кремнію SiC і кремній Si змішували у відповідних співвідношеннях та одночасно

35 розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм. Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

40 Досліджували м'ять складів удароміцного композиційного матеріалу на основі нітриду алюмінію AlN, які одержували таким чином:

Приклад 1. Порошки нітриду алюмінію AlN, карбіду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбіду кремнію SiC і кремнію Si змішували та одночасно розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин у співвідношенні, мас%: нітрид алюмінію AlN-59, карбід

45 бору B_4C -21, борид титану TiB_2 -7, карбід кремнію SiC-6, кремній Si-7. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм. Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

50 Приклад 2. Порошки нітриду алюмінію AlN, карбіду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбіду кремнію SiC і кремнію Si змішували та одночасно розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин у співвідношенні, мас%: нітрид алюмінію AlN-57, карбід бору B_4C -24, борид титану TiB_2 -7, карбід кремнію SiC-6, кремній Si-6. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм.

55 Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в

температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

Приклад 3. Порошки нітриду алюмінію AlN , карбиду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбиду кремнію SiC і кремнію Si змішували та одночасно розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин у співвідношенні, мас%: нітрид алюмінію AlN -54, карбід бору B_4C -26, борид титану TiB_2 -8, карбід кремнію SiC -7, кремній Si -5. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм. Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

Приклад 4. Порошки нітриду алюмінію AlN , карбиду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбиду кремнію SiC і кремнію Si змішували та одночасно розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин у співвідношенні, мас%: нітрид алюмінію AlN -51, карбід бору B_4C -28, борид титану TiB_2 -9, карбід кремнію SiC -8, кремній Si -4. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм. Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

Приклад 5. Порошки нітриду алюмінію AlN , карбиду бору B_4C , бориду титану TiB_2 , карбиду кремнію SiC і кремнію Si змішували та одночасно розмелювали у планетарному млині в середовищі ацетону протягом 3 годин у співвідношенні, мас%: нітрид алюмінію AlN -50, карбід бору B_4C -30, борид титану TiB_2 -9, карбід кремнію SiC -8, кремній Si -3. Суміші висушували в сушильній шафі, а потім просіювали через сито, середня величина частинок складала 3-8 мкм. Зразки одержували гарячим пресуванням в графітових пресформах під тиском 25-30 МПа в температурному інтервалі 1750-1800 °С, ізотермічна витримка - 20-25 хв до повної усадки. Пористість зразків складала 5-10 %.

На гарячепресованих зразках розміром 36 × 4 × 4 мм визначали фазовий склад, щільність, механічну міцність, твердість, тріщиностійкість і термостійкість.

Рентгенофазовий аналіз вихідних сумішей і гарячепресованих зразків проводили на дифрактометрі типу ДРОН в Сика-випромінюванні. Обробку дифракційних кривих здійснювали за допомогою відповідних програм. Проведені рентгенівські дослідження фазового складу матеріалу, який заявляють, показали, що в умовах гарячого пресування при 1750-1800 °С нові фази не утворюються. Щільність вимірювали гідростатичним зважуванням. Випробування міцності на згин проводили на "Універсальній машині для механічних випробувань".

Контактну міцність на розтяг та стиск визначали за методикою, яка описана в роботі (Б.А.Галанов, О.П.Григорьев. Аналитическая модель индентирования хрупких материалов // Электронная микроскопия и прочность материалов. К.: ин-т пробл. Материаловедения ПАИ Украины. - 2006.- Вып. 13.- С.4-42). Твердість по Вікерсу визначали на універсальному приборі для вимірювання твердості металів і сплавів. Коефіцієнт тріщиностійкості K_{IC} визначали IF методом на основі співвідношень, приведених в (О.Н. Григорьев, Б.А. Галанов, В.А. Котенко и др. Контактная прочность и трещиностойкость материалов // Металлофизика, новейшие технологии.-2005.- Т. 27.- №8.- С. 1095-1112).

Термостійкість зразків визначали за кількістю теплосмін в інтервалі температур 1200-20 °С до появи першої тріщини на одному з п'яти зразків. Коефіцієнт масової ефективності матеріалу, який характеризує опір втіленню ударника і виграш в масі в порівнянні із еталонном - сталлю RHA, розраховували за методикою, приведеною в роботі (О.Н. Григорьев, Б.А. Галанов, В.А. Котенко и др. Разрушение керамики и ее сопротивление внедрению высокоскоростных ударников // Огнеупоры и техническая керамика.-2004,- 8.- С.8-15).

В зв'язку з необхідністю порівняння властивостей матеріалу прототипу з тим, що заявляють, за значеннями термостійкості в інтервалі 1200-20 °С (повітря) і контактної міцності на стиск, гарячим пресуванням були отримані зразки за режимом, вказаним в прототипі. Дані по фізико-механічним властивостям матеріалу, який заявляють, і прототипу наведені в таблиці.

Таблиця

Склад та фізико-механічні властивості удароміцного композиційного матеріалу на основі нітриду алюмінію в порівнянні з матеріалом прототипу

№№ складів	Склад матеріалу, мас%					Механічна міцність:			Твердість за Вікерсом, ГПа (навантаження 50Н)	Тріщино- стійкість, K _{IC} , МПа *м ^{1/2}	Термо- стійкість кількість теплозмін, 1200-20 °С, повітря	Коефіцієнт масової ефектив- ності, m _c
	A1N	B ₄ C	TiB ₂	SiC	Si	згину, МПа	розтягу- (кон- тактна), МПа	стиску (кон- тактна), ГПа				
1	59	21	7	6	7	340	627	2,3	15,0	4,80	63	4,1
2	57	24	7	6	6	411	743	3,2	18,0	4,88	68	4,6
3	54	26	8	7	5	516	833	3,9	19,5	5,02	65	4,7
4	51	28	9	8	4	504	752	3,6	19,4	4,96	70	4,7
5	50	30	9	8	3	480	647	2,6	16,8	4,85	64	4,2
Прототип												
	100	-	-	-	-	128	593	1,6	12,5	4,76	59	2,3

Найбільш ефективні властивості матеріалу корисної моделі виявляються в складах №№ 2-4 (таблиця) в інтервалі концентрацій компонентів, мас %: нітрид алюмінію AlN-51-57, карбід бору B₄C - 24-28, борид титану TiB₂-7-9, карбід кремнію SiC-6-8, кремній Si-4-6.

Приведені в таблиці дані свідчать про те, що матеріал корисної моделі має більш високі значення механічної міцності на згин, контактної міцності на розтяг і стиск, твердості по Вікерсу, тріщиностійкості, термостійкості і коефіцієнту масової ефективності в порівнянні із матеріалом прототипу. Сукупність отриманих даних свідчить про достатньо високий рівень удароміцності матеріалу і його балістичних характеристик.

Матеріал, що заявляють, може бути використаний для виготовлення удароміцних конструкційних елементів транспортних засобів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Удароміцний композиційний матеріал на основі нітриду алюмінію, що містить нітрид алюмінію AlN, який **відрізняється** тим, що додатково містить карбід бору B₄C, борид титану TiB₂, карбід кремнію SiC і кремній Si при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

карбід бору B ₄ C	24-28
борид титану TiB ₂	7-9
карбід кремнію SiC	6-8
кремній Si	4-6
нітрид алюмінію AlN	решта.

Комп'ютерна верстка О. Рябо

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

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