



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151332** (13) **U**
(51) МПК
C04B 35/10 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2021 07767</p> <p>(22) Дата подання заявки: 29.12.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.07.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.07.2022, Бюл.№ 27</p>	<p>(72) Винахідник(и): Геворкян Едвін Спартакович (UA), Нерубацький Володимир Павлович (UA), Комарова Ганна Леонідівна (UA), Волошина Людмила Володимирівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, УкрДУЗТ, НДЧ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</p> <p>(74) Представник: (РЕКТОР УНІВЕРСИТЕТУ) ПАНЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ</p>
---	--

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

(57) Реферат:

Корисна модель належить до способів одержання композиційного матеріалу. Спосіб отримання композиційного матеріалу здійснюють шляхом змішування та гранулювання порошкових компонентів карбиду кремнію, частково стабілізованого оксидом ітрію, оксиду цирконію і нітриду алюмінію, причому карбід кремнію і оксид цирконію мають дисперсність 30-60 нм, а вміст нітриду алюмінію становить 20-50 мас. %, потім проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму.

UA 151332 U

Винахід належить до отримання композиційного матеріалу для високотемпературного застосування на основі тугоплавких безкисневих і оксидних з'єднань, що характеризується високою міцністю, термічною і окислювальною стійкістю, стійкістю до термоудару при градієнті температури до 2000 K в умовах впливу високошвидкісного окиснювального потоку.

5 Відомий композиційний керамічний матеріал, розроблений спільно "Helsa-Automotive GmbH & Co" і "Friedrich-Alexander-Universitet Erlangen-Nurnberg", описаний в міжнародній заявці WO 2007/003428 A1 від 11.01.2007 р., що включає процес отримання пористого керамічного матеріалу, в якому Al_2O_3 захищає SiC від окислення. Композиційний керамічний матеріал володіє окислювальною стійкістю при температурах до 1650 °C. Однак відомо, що пористі керамічні матеріали не використовують в умовах впливу високошвидкісних окислювальних потоків в зв'язку з недостатньою міцністю і низькою ерозійною стійкістю.

10 Відомий композиційний керамічний матеріал для високотемпературного застосування, описаний в патенті Японії JP 3963407 (B2) клас C04B 35/66 від 22.08.2007 р. авторів Soeda Tomomi, Hibino Mitsunobu, Chihara Kenji ("Tokyo Yogyo Co Ltd"), що включає 5...90 мас. % SiC, 5...90 мас. % Al_2O_3 , 0...20 мас. % вуглецю. В даному випадку Al_2O_3 також використовується для підвищення окислювальної стійкості SiC. Однак введення вільного вуглецю знижує окислювальну стійкість системи SiC- Al_2O_3 , оскільки вуглець характеризується низькотемпературною окиснюваністю при нагріванні в окислювальних середовищах.

20 Як прототип використовується матеріал, що містить SiC, Al_2O_3 і MgO при співвідношенні компонентів в мас. %: Al_2O_3 - 50...98,9; SiC - 1...40; MgO - 0,1...10 (патент RU № 2397196 C2, кл. C04B 35/10, 20.08.2010 "Способ получения композиционного керамического материала (варианты)"). Цей композиційний керамічний матеріал застосовується як люмінесцентний матеріал і для високотемпературного застосування в умовах впливу високошвидкісних окислювальних потоків для виробів ракетно-космічної техніки не придатний.

25 Відома група винаходів на способи отримання композиційного керамічного матеріалу заснована на змішуванні порошкових компонентів, що містять оксид алюмінію, оксид магнію, карбід кремнію, їх гранулювання, подальшому пресуванні, сушці і спіканні (див., наприклад, патент RU №2397196 C2, кл. C04B 35/10, 20.08.2010 "Способ получения композиционного керамического материала (варианты)"). Недоліком є створення наноструктурного композиційного керамічного матеріалу, непридатного для застосування в агресивних середовищах з підвищеною окисною і термічною стійкістю.

30 Завданням, на вирішення якого спрямовано винахід, є отримання високоякісного композиційного керамічного матеріалу з підвищеною окисною і термічною стійкістю, що може бути використано в якості інструментального. Це досягається тим, що високощільний композиційний керамічний матеріал для застосування в теплонавантажених вузлах виробів містить карбід кремнію, частково стабілізований оксидом ітрію, оксид цирконію і нітрид алюмінію, причому карбід кремнію і оксид цирконію мають дисперсність 30-60 нм, а вміст нітриду алюмінію становить 20-50 мас. %. Спосіб отримання композиційного матеріалу здійснюють шляхом змішування порошкових компонентів карбіду кремнію, при якому гранулюють карбід кремнію, частково стабілізований оксидом ітрію, оксид цирконію і нітрид алюмінію, причому карбід кремнію і оксид цирконію мають дисперсність 30-60 нм, а вміст нітриду алюмінію становить 20-50 мас. %, потім проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму, I якого становить 5000-8000 А (електроконсолідація) при температурі 1700-1900 і тиску 30 МПа, перемішування вихідних порошоків проводять в планетарному млині, гранулюють з додаванням полівінілового спирту (ПВС), сушать при температурі 200-250 °C, а гаряче пресування проводять при 1700-1900 °C в вакуумі та витримують при кінцевій температурі протягом 2 хв.

40 Підвищена стійкість до окислення пропонованого високоякісного композиційного матеріалу досягається за рахунок введення до складу оксидних компонентів - нанопорошку нітриду алюмінію і нанодисперсного оксиду цирконію частково стабілізованого оксидом ітрію.

45 Гаряче пресування матеріалу проводять при температурі 1700-1900 °C, коли дифузійні процеси при твердофазному спіканні найбільш активовані. Це й забезпечує отримання високоякісного міцного матеріалу з високою температурою і окислювальною стійкістю. Відомо, що ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3 за рахунок трансформаційного зміцнення збільшує міцність і тріщиностійкість композиційного матеріалу, а також стимулює реакцію дефектоутворення всередині наноструктурного карбіду кремнію.

50 Дослідження фізико-механічних характеристик проводили на зразках розміром 6×6×50 мм і пластинах розміром 63×60×8 мм. Склад компонентів і властивості пропонованого композиційного керамічного матеріалу, включаючи поза межні:

60

15-30 мас. % ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3	розмір зерен 30-60 нм;
35-65 мас. % SiC	розмір зерен 30-60 нм;
20-50 мас. % AlN	розмір зерен 15-30 нм;
межа міцності на вигин	600-900 МПа;
тріщиностійкість	6-8 МПа·м ^{1/2} ;
твердість	91-94 HRA;
коефіцієнт теплопровідності	35-45 Вт/м·К;
гранична температура	1800.

Приклад. Керамічні порошки у співвідношенні 15 мас. % нанодисперсного оксиду цирконію, 35 мас. % нанодисперсного карбїду кремнію, 50 мас. % нітриду алюмінію подрїбнюють в середовищі ацетону на планетарному млині.

5 Готують формувальну масу, яка містить 5 мас. % технологїчної зв'язки з полівїнілового спирту і 95 мас. % композиційного керамічного порошку.

10 Композиційну шихту ущїльнюють гарячим пресуванням з прямим пропусканням електричного струму $I=5000$ А при тиску 40 МПа. Сушку сумїші проводять на повітрі при температурї 200-250 °С. Гаряче пресування проводять при температурї 1600-1900 °С у вакуумї з витримкою при кінцевї температурї протягом 2 хв.

Характеристики пропонованого композиційного керамічного матеріалу:

межа міцності на вигин	600-900 МПа;
тріщиностійкість	6-8 МПа·м ^{1/2} ;
твердість	91-93 HRA;
коефіцієнт теплопровідності	35-45 Вт/м·К;
гранична температура	1800.

15 Технічний результат винаходу полягає в можливостї використання нового композиційного керамічного матеріалу в якостї інструментального.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20 Спосїб отримання композиційного матеріалу шляхом змішування порошкових компонентів карбїду кремнію, який **відрїзняється** тим, що гранулюють карбїд кремнію, частково стабілізований оксидом ітрію, оксид цирконію і нітрид алюмінію, причому карбїд кремнію і оксид цирконію мають дисперсність 30-60 нм, а вміст нітриду алюмінію становить 20-50 мас. %, потїм проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму, I якого становить 5000-8000 А (електроконсолїдація) при температурї 1700-1900 °С і тиску 30 МПа, перемїшування вихїдних порошків проводять в планетарному млині, гранулюють з додаванням полівїнілового спирту (ПВС), сушать при температурї 200-250 °С, а гаряче пресування проводять при 1700-1900 °С в вакуумї та витримують при кінцевї температурї протягом 2 хв.