



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154959** (13) **U**
(51) МПК
C04B 35/48 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2022 04828</p> <p>(22) Дата подання заявки: 19.12.2022</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.01.2024</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.01.2024, Бюл.№ 2</p>	<p>(72) Винахідник(и): Нерубацький Володимир Павлович (UA), Геворкян Едвін Спартакович (UA), Ловська Альона Олександрівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, площа Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</p> <p>(74) Представник: Панченко Сергій Володимирович</p>
--	---

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ І КАРБІДУ КРЕМНІЮ З ДОБАВКАМИ ОКСИДУ ХРОМУ Cr₂O₃ ТА АЛЮМІНІЄВОЇ ПУДРИ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

(57) Реферат:

Спосіб отримання композиційного матеріалу включає гранулювання компонентів, подальше пресування, сушіння і спікання. Змішують порошкові компоненти у складі: оксид цирконію (ZrO₂), частково стабілізований Y₂O₃, карбід кремнію (SiC), оксид хрому (Cr₂O₃) та алюмінієва пудра, здійснюють їх гранулювання. Потім проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму величиною 5000-8000 А (електроконсолідацію) за температури 1500-1600 °С і тиску 30 МПа. При цьому перемішування вихідних порошоків проводять в планетарному млині, гранулюють з додаванням полівінілового спирту, сушать за температури 200-250 °С, здійснюють гаряче пресування при 1500-1600 °С в середовищі вакууму і витримують при кінцевій температурі протягом 5 хв.

UA 154959 U

UA 154959 U

Корисна модель належить до керамічної матеріалознавства, зокрема стосується 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 і зносостійкістю.

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., яка включає процес отримання пористого керамічного матеріалу, у якому Al_2O_3 захищає SiC від окислення. Композиційний керамічний матеріал має окислювальну стійкість при температурах до 1650 °C. Однак відомо, що пористі керамічні

10 матеріали не використовують в умовах впливу високошвидкісних окислювальних потоків у зв'язку з недостатньою міцністю і низькою ерозійною стійкістю.

Відомий композиційний керамічний матеріал для високотемпературного застосування, описаний в патенті Японії JP 3963407 (B2) МПК 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-

15 90 мас. % Al_2O_3 , 0-20 мас. % вуглецю. У 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 окислюваністю при нагріванні в окислювальних середовищах.

Відома група винаходів на способи отримання композиційного керамічного матеріалу, засновані на змішуванні порошкових компонентів, що містять оксид алюмінію, оксид магнію, карбід кремнію, їх гранулювання, подальшому пресуванні, сушінні і спіканні (наприклад, патент RU № 2397196 C2, МПК C04B 35/10, 20.08.2010 "Способ получения композиционного керамического материала (варианты)»). Недоліком є створення наноструктурного композиційного керамічного матеріалу, непридатного для застосування як інструментального

20 матеріалу з підвищеною окисною і термічною стійкістю.

Як найближчий аналог вибрано спосіб отримання композиційного матеріалу, 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). Цей композиційний керамічний матеріал застосовується як люмінесцентний матеріал для високотемпературного застосування в умовах впливу

25 високошвидкісних окислювальних потоків для виробів ракетно-космічної галузі, а також як інструментальний.

В основу корисної моделі поставлена задача отримання високоякісного композиційного керамічного матеріалу з підвищеною окисною і термічною стійкістю, а також зносостійкістю для різального лезового інструменту.

30 Поставлена задача вирішується тим, що у способі отримання композиційного матеріалу, що включає гранулювання, подальше пресування, сушіння і спікання, згідно з корисною моделлю, змішують порошкові компоненти у складі: оксид цирконію (ZrO_2), частково стабілізований Y_2O_3 , карбід кремнію (SiC), оксид хрому (Cr_2O_3) та алюмінієва пудра, здійснюють їх гранулювання, потім проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму величиною 5000-8000 А (електроконсолідацію) за температури 1500-1600 °C і тиску 30 МПа, причому перемішування

40 вихідних порошоків проводять в планетарному млині, гранулюють з додаванням полівінілового спирту, сушать за температури 200-250 °C, здійснюють гаряче пресування при 1500-1600 °C в середовищі вакууму і витримують при кінцевій температурі протягом 5 хв.

Підвищена стійкість до окислення пропонованого високоякісного композиційного матеріалу досягається за рахунок введення до складу оксидних компонентів: субмікронного порошку оксиду хрому, алюмінієвої пудри, нанодисперсного карбіду кремнію, оксиду цирконію, частково стабілізованого оксидом ітрію.

45 Гаряче пресування матеріалу проводять за температури 1500-1600 °C, коли дифузійні процеси при твердофазному спіканні найбільш активовані. За температури 1200 °C проходить екзотермічна реакція взаємодії оксиду хрому з алюмінієвою пудрою, в результаті чого отримуються оксид алюмінію і відновлений хром. Це і забезпечує отримання високоякісного міцного матеріалу з високою температурною та окислювальною стійкістю і зносостійкістю. Відомо, що ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3 за рахунок трансформаційного зміцнення збільшує міцність і тріщиностійкість композиційного матеріалу, а також стимулює реакцію дефектоутворення

50 всередині наноструктурного карбіду кремнію.

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 позамежні, такі:

60 30-50 мас. % ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3 з розміром зерен 1...5 мкм,
20-30 мас. % SiC з розміром зерен 30-60 нм,

5-10 мас. % Al пудра з розміром зерен 0,1-0,3 мкм,
 45-10 мас. % Cr₂O₃ з розміром зерен 0,3-0,5 мкм,
 межа міцності на вигин - 1000-1200 МПа;
 тріщиностійкість - 8-10 МПа м^{1/2};
 5 твердість - 91...94 HRA;
 коефіцієнт теплопровідності - 20...30 Вт/м·К;
 гранична температура - 2200 °С.

Приклад.

10 Керамічні порошкові суміші у співвідношенні 30 мас. % оксиду цирконію, 20 мас. % нанодисперсного карбиду кремнію, 5 мас. % субмікронного оксиду хрому і 45 мас. % Al подрібнюють в середовищі ацетону на планетарному млині. Готують формувальну масу, яка містить 5 мас. % технологічної зв'язки з полівінілового спирту і 95 мас. % композиційного керамічного порошку.

15 Композиційну шихту ущільнюють гарячим пресуванням з прямим пропусканням електричного струму величиною 5000 А при тиску 30 МПа. Сушіння суміші проводять за температури 200...250 °С. Гаряче пресування проводять за температури 1500...1600 °С у вакуумі, з витримкою при кінцевій температурі протягом 5 хв.

Характеристики пропонованого композиційного керамічного матеріалу:

20 межа міцності на вигин - 1000...1200 МПа;
 тріщиностійкість - 8...10 МПа м^{1/2};
 твердість - 91...94 HRA;
 коефіцієнт теплопровідності - 20...30 Вт/м·К;
 гранична температура - 2200 °С.

25 Технічний результат, який досягається при здійсненні корисної моделі, полягає в можливості використання нового композиційного керамічного матеріалу в окислювальному середовищі за температури 2000 °С, а також як матеріалу для лезового різального інструменту і для точіння високотвердих сталей, чавунів та інших важкооброблюваних матеріалів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Спосіб отримання композиційного матеріалу, що включає гранулювання, подальше пресування, сушіння і спікання, який **відрізняється** тим, що змішують порошкові компоненти у складі: оксид цирконію (ZrO₂), частково стабілізований Y₂O₃, карбід кремнію (SiC), оксид хрому (Cr₂O₃) та алюмінієва пудра, здійснюють гранулювання, потім проводять гаряче пресування з прямим пропусканням струму величиною 5000-8000 А (електроконсолідацію) за температури 1500-
 35 1600 °С і тиску 30 МПа, причому перемішування вихідних порошоків проводять в планетарному млині, гранулюють з додаванням полівінілового спирту, сушать за температури 200-250 °С, здійснюють гаряче пресування при 1500-1600 °С в середовищі вакууму і витримують при
 40 кінцевій температурі протягом 5 хв.