



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151265** (13) **U**

(51) МПК (2022.01)

C04B 35/10 (2006.01)

C04B 35/58 (2006.01)

B22F 1/00

B22F 9/00

B22F 9/16 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2021 07596	(72) Винахідник(и): Геворкян Едвін Спартакович (UA), Нерубацький Володимир Павлович (UA), Чишкала Володимир Олексійович (UA), Морозова Оксана Миколаївна (UA), Комарова Ганна Леонідівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.12.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 30.06.2022	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 29.06.2022, Бюл.№ 26	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ НІТРИДУ КРЕМНІЮ ТА ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ З ПІДВИЩЕНИМИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

(57) Реферат:

Спосіб отримання композиційного інструментального матеріалу на основі нітриду кремнію та оксиду алюмінію з підвищеними фізико-механічними властивостями, що містить домішки Al_2O_3 , AlN , Y_2O_3 , полягає в попередньому перемішуванні вихідних порошків у певній пропорції, пресуванні і подальшому спіканні. Високощільний композиційний керамічний матеріал для застосування як інструментального матеріалу містить нітрид кремнію (розмір зерна 3...5 мкм) та ультрадисперсний нітрид алюмінію (0,1...1 мкм), частково стабілізований оксидом ітрію оксид цирконію дисперсністю 30...60 нм. Отримання матеріалу оснований на змішуванні порошкових компонентів, що містять нітрид кремнію (Si_3N_4), оксид алюмінію (Al_2O_3), нітрид алюмінію (AlN) (ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3), їх гранулювання, подальше гаряче пресування з прямим пропусканням струму $I=5000...8000$ А (електроконсолідація) при температурі 1500...1600 °С і тиску 40 МПа. Перемішування вихідних порошків проводять в планетарному млині. Гранулювання з додаванням полівінілового спирту (ПВС). Сушіння проводять при температурі 200...250 °С. Гаряче пресування проводять в середовищі вакууму та витримують при кінцевій температурі протягом 5 хв.

UA 151265 U

Корисна модель належить до керамічного матеріалознавства, зокрема стосується отримання інструментального композиційного матеріалу з підвищеними фізико-механічними властивостями інструментального застосування на основі нітриду кремнію, нітриду алюмінію та частково стабілізованого оксидом ітрію діоксиду цирконію, що характеризується високою

5 міцністю, термічною і окислювальною стійкістю, стійкістю до термоудару при температурі до 1800 °С.

Відомий спосіб отримання композиційного керамічного матеріалу патент RU 2484850 С1 від 20.06.2013, розроблений із нітриду кремнію (Si_3N_4), зміцнений нітридом титану (TiN), що має сукупність фізико-механічних властивостей, таких як висока міцність і твердість, низький

10 коефіцієнт термічного розширення та зносостійкість. Даний вид кераміки призначений для роботи в кислих та агресивних середовищах, в умовах високих температур та тривалого механічного впливу. Введення нітриду титану армує структуру матеріалу, підвищуючи показники мікротвердості та міцності при згинанні, а також дозволяє керамічному композиту проводити електричний струм. Однак відомо, що отриманий цим способом даний керамічний матеріал має

15 невисоку тріщиностійкість та міцність.

Відомий спосіб отримання композитів, описаний у патенті RU № 2382690 С1 опублікований 27.02.2010 МПК В22F 009/02, В22F 009/16, В22F 001/00, "Спосіб отримання композиційного керамічного порошку на основі нітриду кремнію", у якому готують екзотермічну суміш

20 змішуванням феросиліцію, що містить 65...95 мас. % Si, ільменіту, що містить 60...65 мас. % діоксиду титану, і попередньо азотованого феросиліцію, при співвідношенні компонентів у суміші: феросиліцію - 40...55 мас. %, ільменіту - 20...40 мас. %, та азотованого феросиліцію - 25...40 мас. %. Після екзотермічного синтезу здійснюють доазотування суміші протягом 30...40 хв із подальшим подрібненням. Недоліком даного способу є використання дорогих чистих порошоків або попередньо синтезованих вихідних компонентів шихти (змішування вихідних

25 компонентів в кульовому млині).

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є спосіб отримання матеріалу, описаний в патенті US 5316856 А від 31.05.1994, що містить домішки Al_2O_3 , Y_2O_3 , AlN , MgO , CaO , Y_2O_3 , оксиди рідкісноземельних металів утворюють приграничні фази. Спечена матриця може включати 30 % за вагою або менше сполук (оксиди, карбіди та нітриди). Даний

30 композиційний матеріал використовується як різальний. Спосіб отримання полягає в попередньому перемішуванні вихідних порошоків у певній пропорції, холодному пресуванні і подальшому спіканні при температурі 1700...1800 °С в середовищі азоту. Однак, різальний матеріал має невисоку тріщиностійкість і теплопровідність, що знижує його зносостійкість. Використання рідкоземельних домішок значно підвищує собівартість матеріалу.

35 Задачею запропонованої корисної моделі на вирішення якого спрямована корисна модель, є отримання високоякісного композиційного інструментального керамічного матеріалу з підвищеними фізико-механічними властивостями та теплопровідністю, що може обробляти високотверді сталі та чавуни.

Поставлена задача вирішується тим, що Спосіб отримання композиційного інструментального матеріалу на основі нітриду кремнію та оксиду алюмінію з підвищеними

40 фізико-механічними властивостями, що містить домішки Al_2O_3 , AlN , Y_2O_3 , полягає в попередньому перемішуванні вихідних порошоків у певній пропорції, пресуванні і подальшому спіканні, згідно з корисною моделлю, високощільний композиційний керамічний матеріал для застосування як інструментального матеріалу містить нітрид кремнію (розмір зерна 3...5 мкм та ультрадисперсний нітрид алюмінію (0,1...1 мкм), частково стабілізований оксидом ітрію оксид цирконію дисперсністю 30...60 нм, отримання матеріалу засновано на змішуванні порошкових

45 компонентів, що містять нітрид кремнію (Si_3N_4), оксид алюмінію (Al_2O_3), нітрид алюмінію (AlN) (ZrO_2 -3 мас. % Y_2O_3), їх гранулювання, подальше гаряче пресування з прямим пропусканням струму $I=5000...8000$ А (електроконсолідація) при температурі 1500...1600 °С і тиску 40 МПа, причому перемішування вихідних порошоків проводять в планетарному млині, а гранулювання - з

50 додаванням полівінілового спирту (ПВС), сушіння проводять при температурі 200...250 °С, причому гаряче пресування проводять в середовищі вакууму та витримують при кінцевій температурі протягом 5 хв.

Підвищена теплопровідність високоякісного композиційного матеріалу досягається за рахунок введення до складу ультрадисперсного порошку нітриду алюмінію, нанодисперсного оксиду алюмінію і нанодисперсного оксиду цирконію, частково стабілізованого оксидом ітрію.

Гаряче пресування матеріалу проводять при температурі 1500...1600 °С, коли дифузійні процеси при твердофазному спіканні найбільш активовані. Це й забезпечує отримання високоякісного міцного матеріалу з високою температурою і теплопровідністю. Відомо, що ZrO_2 -

60 3 мас. % Y_2O_3 , за рахунок трансформаційного зміцнення збільшує міцність і тріщиностійкість

композиційного матеріалу, а також стимулює реакцію дефектоутворення всередині наноструктурного нітриду кремнію.

5 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:

50...60 мас. % Si ₃ N ₄	розмір зерен 3...5 мкм;
10...15 мас. % Al ₂ O ₃	розмір зерен 20...30 нм;
20...30 мас. % AlN	розмір зерен 0,1...1 мкм;
10...30 мас. % ZrO ₂ -3 мас. % Y ₂ O ₃	розмір зерен 30...60 нм;
межа міцності на вигин -	1000...1200 МПа;
тріщиностійкість	8...10 МПа·м ^{1/2} ;
твердість	91...93 HRA;
коефіцієнт теплопровідності	40...50 Вт/м·К;
гранична температура	1800 °С.

Приклад

10 Керамічні порошки в співвідношенні 50 мас. % порошку нітриду кремнію Si₃N₄, 10 мас. % Al₂O₃, розмір зерен 20...30 нм; 20 % ультрадисперсного нітриду алюмінію AlN, 10 мас. % ZrO₂-3 мас. % Y₂O₃, розмір зерен 30...60 нм.

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 I=5000 А при тиску 40 МПа. Сушіння суміші проводять на повітрі при температурі 200...250 °С. Гаряче пресування проводять при температурі 1500...1600 °С у вакуумі з витримкою при кінцевій температурі протягом 5 хв. Після гарячого пресування зразки з метою зняття внутрішніх напружень піддаються відпалу в середовищі азоту при температурі 1500 °С і часу витримки 1 год.

20 Характеристики композиційного керамічного матеріалу отримані запропонованим способом наступні:

межа міцності на вигин	1000...1200 МПа;
тріщиностійкість	8...10 МПа·м ^{1/2} ;
твердість	91...93 HRA;
коефіцієнт теплопровідності	40...50 Вт/м·К;
гранична температура	1800 °С.

25 Технічний результат корисної моделі полягає в можливості використання нового інструментального композиційного керамічного матеріалу з високими фізико-механічними властивостями і теплопровідністю для обробки важкооброблюваних високотвердих сталей та чавунів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30

Спосіб отримання композиційного інструментального матеріалу на основі нітриду кремнію та оксиду алюмінію з підвищеними фізико-механічними властивостями, що містить домішки Al₂O₃, AlN, Y₂O₃, який полягає в попередньому перемішуванні вихідних порошків у певній пропорції, пресуванні і подальшому спіканні, який **відрізняється** тим, що для застосування як інструментального матеріалу містить нітрид кремнію (розмір зерна 3...5 мкм) та ультрадисперсний нітрид алюмінію (0,1...1 мкм), частково стабілізований оксидом ітрію оксид цирконію дисперсністю 30...60 нм, отримання матеріалу оснований на змішуванні порошкових компонентів, що містять нітрид кремнію (Si₃N₄), оксид алюмінію (Al₂O₃), нітрид алюмінію (AlN) (ZrO₂-3 мас. % Y₂O₃), їх гранулювання, подальше гаряче пресування з прямим пропусканням струму I=5000...8000 А (електроконсолідація) при температурі 1500...1600 °С і тиску 40 МПа, причому перемішування вихідних порошків проводять в планетарному млині, а гранулювання з додаванням полівінілового спирту (ПВС), сушіння проводять при температурі 200...250 °С, причому гаряче пресування проводять в середовищі вакууму та витримують при кінцевій температурі протягом 5 хв.

40

