



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150179** (13) **U**  
(51) МПК (2022.01)  
**C04B 35/565** (2006.01)  
B82Y 40/00

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2021 01695</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>01.04.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>13.01.2022</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>12.01.2022, Бюл.№ 2</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Геворкян Едвін Спартакович (UA), Вовк Руслан Володимирович (UA), Панченко Сергій Володимирович (UA), Чишкала Володимир Олексійович (UA), Нерубацький Володимир Павлович (UA), Плугін Андрій Аркадійович (UA), Морозова Оксана Миколаївна (UA), Борзяк Ольга Сергіївна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, УкрДУЗТ, НДЧ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)</b></p> <p>(74) Представник: <b>РЕКТОР ПАНЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ</b></p>
--	--

**(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ ДОБАВКАМИ НАНОПОРОШКІВ ЧАСТКОВО СТАБІЛІЗОВАНОГО ОКСИДОМ ІТРІЮ, ДІОКСИДУ ЦИРКОНІЮ З ВИСОКИМИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення композиційного матеріалу на основі карбїду кремнію (SiC) добавками нанопорошків частково стабілізованого оксидом ітрію, діоксиду цирконію ( $ZrO_2 - 3 \text{ мас. \% } Y_2O_3$ ) з високими фізико-механічними властивостями, при якому виконують спікання при температурі 1400 °С, без утворення рідинної фази, у тому числі містить оксид міді CuO етилсилікат. Керамічні порошки в співвідношенні 75 % субмікронного карбїду кремнію SiC, 30 мас. % оксиду міді, змішують в вібраційному млині, потім додають 10 мас. % етилсилікату, 10 мас. %  $ZrO_2 - 3 \text{ мас. \% } Y_2O_3$  - 5-10 мас. % перетирають крізь сито та додають тиск 80-100 МПа, причому композиційну шихту спікають при температурі  $T=14000 \text{ °C}$  протягом 60 хвилин, а розмір зерен 30-60 нм; причому CuO з розміром зерен 5-10 мкм.

UA 150179 U



Корисна модель належить до керамічної матеріалознавства, зокрема до отримання композиційного матеріалу для високотемпературного застосування на основі тугоплавких безкисневих з'єднань, що характеризується високою міцністю, термічної і окислювальної стійкістю, стійкістю до термоудару, підвищеною електропровідністю, а також теплопровідністю.

5 Карбід кремнію (SiC) відомий як абразивний матеріал, що має високу твердість і поступливий по твердості тільки алмазу, карбіду бору і корунду. Проте для отримання високощільного матеріалу з карбіду кремнію (SiC) використовується трудомістка технологія гарячого пресування або ж технологія просочення кремнієм, в обох випадках температура нагріву 1700-2000 °С. Карбід кремнію має невисоку міцність, тріщиностійкість і низьку електропровідність, що у багатьох випадках утрудняє його використання як конструкційний матеріал.

Відомий матеріал описано в наступній літературі (Карбид кремния: технология, свойства, применение / Агеев О.А., Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Киселев В.С., Конакова Р.В., Лебедев А.А., Миленин В.В., Охрименко О.Б., Поляков В.В., Светличный А.М., Чередниченко Д.И. / Под общей редакцией член-корр. НАНУ, д.ф.-м.н., проф. Беляева А.Е. и д.т.н., проф. Конаковой Р.В. - Харьков: "ИСМА". 2010. - 532 с.). Карбід кремнію (SiC) відомий як абразивний матеріал, що має високу твердість і поступливий по твердості тільки алмазу, карбіду бору і корунду. Проте для отримання високощільного матеріалу з карбіду кремнію (SiC) використовується трудомістка технологія гарячого пресування або ж технологія просочення кремнієм, в обох випадках температура нагріву 1700-2000 °С. Недоліки прототипу - карбід кремнію має невисоку міцність, тріщиностійкість і низьку електропровідність, що у багатьох випадках утрудняє його використання як конструкційного матеріалу.

Найбільш близьким до заявленої корисної моделі є відомий матеріал описано в патенті на винахід № 122724 "Композиційний матеріал на основі карбіду кремнію (SiC) з високими фізико-механічними властивостями" автори Геворкян Е.С., Вовк Р.В., Гуцаленко Ю.Г., Камчатна С.М. бюл. 24 опубл. 28.12.2020 р. Підвищена стійкість до окислення відомого високоякісного композиційного матеріалу згідно до прототипу досягнута за рахунок введення до складу оксиду міді CuO у наступному співвідношенні:

CuO	- 15-30 мас. %
Етилсилікат	- 5-10 мас. %
SiC	- 60-80 мас. %

30 Спінання проводять при температурі 1400-1450 °С, до того як може утворитися рідина фаза. Проте для отримання високощільного матеріалу з карбіду кремнію (SiC) використовується трудомістка технологія гарячого пресування або ж технологія просочення кремнієм, в обох випадках температура нагріву 1700-2000 °С. Недоліки прототипу - карбід кремнію має невисоку міцність, тріщиностійкість і низьку електропровідність, що у багатьох випадках утрудняє його використання як конструкційного матеріалу.

35 Задача, на вирішення якого спрямована корисна модель є отримання високоякісного композиційного керамічного матеріалу з підвищеною електропровідністю, теплопровідністю та термічною стійкістю за рахунок введення добавок нанопорошків частково стабілізованого оксидом ітрію, діоксиду цирконію (ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. % Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) з високими фізико-механічними властивостями.

40 Задача вирішується в спосіб виготовлення композиційного матеріалу на основі карбіду кремнію (SiC) добавками нанопорошків частково стабілізованого оксидом ітрію, діоксиду цирконію (ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. % Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) з високими фізико-механічними властивостями, при якому виконують спінання при температурі 1400 °С, без утворення рідинної фази, при цьому матеріал містить, у тому числі, оксид міді CuO, у наступному співвідношенні компонентів: CuO - 15-30 мас. %; етилсилікат - 5-10 мас. %, який відрізняється тим, що керамічні порошки, в співвідношенні 75 % субмікронного карбіду кремнію SiC, 30 мас. % оксиду міді, змішують в вібраційному млині, потім додають етилсилікат 10 мас. % ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. %, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5-10 мас. %, перетирають крізь сито та додають тиск 80-100 МПа, причому композиційну шихту спікають при температурі T=14000 °С протягом 60 хвилин, а розмір зерен - 30-60 нм; причому CuO - з розміром зерен 5-10 мкм.

Підвищена стійкість до окислення пропонованого високоякісного композиційного матеріалу досягається за рахунок введення до складу:

CuO	- 15-30 мас. %	розмір зерен 5-10 мкм
Етилсилікат	- 5-10 мас. %	
SiC	- 50-75 мас. %	розмір зерен 1-3 мкм

ZrO<sub>2</sub> - 3 мас.% - 5-10 мас.%  
 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> розмір зерен 30-60 нм

Спикання проводять при температурі 1400-1450 °С, до того як може утворюватися рідина фаза. Це і забезпечує отримання високоякісного міцного матеріалу з підвищеною електропровідністю, теплопровідністю і окислювальному стійкістю. Дослідження фізико-механічних характеристик проводили на зразках розміром 6×6×50 (мм) і пластинах розміром 63×60×8 (мм).

Склад компонентів і властивості запропонованого композиційного керамічного матеріалу, включаючи позамежні, представлені в прикладі.

Приклад. Керамічні порошки в співвідношенні 75 % субмікронного карбіду кремнію SiC, 30 мас % оксиду міді, змішують в вібраційному млині, потім додають 10 мас. % етилсілікату, 10 мас.% ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. % Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5-10 мас.% перетирають крізь сито і додають тиск 80-100 МПа. Композиційну шихту спікають при температурі T=1400 °С протягом 60 хвилин.

Характеристики запропонованого нового композиційного керамічного матеріалу:

- межа міцності на вигин - 800-900 МПа;
- тріщиностійкість - 10-12 МПа м<sup>1/2</sup>;
- твердість - 90-92 HRA;
- коефіцієнт теплопровідності - 25-40 Вт/м·К;
- удільний електричний опір - 10-12 Ом·см.
- температурний коефіцієнт лінійного розширення - (2-4)·10<sup>-6</sup>К<sup>-1</sup>;
- термо-ЕДС відносно міді 200 мкВ/К;

Технічний результат корисної моделі полягає в можливості використання нового композиційного керамічного матеріалу в якості електродів для контактного зварювання.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб виготовлення композиційного матеріалу на основі карбіду кремнію (SiC) добавками нанопорошків частково стабілізованого оксидом ітрію, діоксиду цирконію (ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. % Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) з високими фізико-механічними властивостями, при якому виконують спикання при температурі 1400 °С, без утворення рідинної фази, при цьому матеріал містить, у тому числі, оксид міді CuO, етилсілікат, який **відрізняється** тим, що керамічні порошки, в співвідношенні 75 % субмікронного карбіду кремнію SiC, 30 мас. % оксиду міді, змішують в вібраційному млині, потім додають етилсілікат 10 мас. % ZrO<sub>2</sub> - 3 мас. %, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5-10 мас. %, перетирають крізь сито та додають тиск 80-100 МПа, причому композиційну шихту спікають при температурі T=1400 °С протягом 60 хвилин, а розмір зерен - 30-60 нм; причому CuO - з розміром зерен 5-10 мкм.