



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36041 (13) U

(51) МПК (2006)

C22C 26/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ АЛМАЗУ

1

2

(21) u200806406

(22) 14.05.2008

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ШУЛЬЖЕНКО ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, РОЗЕНБЕРГ ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ГАРГІН ВЛАДИСЛАВ ГЕРАСИМОВИЧ, UA, РУСІНОВА НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA

(73) ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ. В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ, UA, ШУЛЬЖЕНКО ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, РОЗЕНБЕРГ ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ГАРГІН ВЛАДИСЛАВ ГЕРАСИМОВИЧ, UA, РУСІНОВА НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA

(57) 1. Спосіб виготовлення виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу, що включає формування просочуючого шару із суміші, що містить принаймні кремній в кількості, достатній для просочування алмазної маси, та графіт, при якому отримують формовку, форма якої відповідає профільній робочій частині виробу, який необхідно виготовити, потім на профільну поверхню формовки просочуючого шару насипають алмазну масу, здійснюють нагрівання цієї системи у нагрівачі

комірки високого тиску при високому тиску до температури, достатньої для плавлення кремнію, і витримку при цій температурі, який відрізняється тим, що отримують формовку, яка складається з двох частин у вигляді півсфер: формуючої та просочуючо-формуючої, при цьому формуючу частину виготовляють із суміші, яка містить графіт, тугоплавку складову, що складається з металів і/або їх сплавів, і/або сполук, що мають температуру плавлення, вищу від температури плавлення кремнію, а просочуючо-формуючу частину виготовляють із суміші, яка містить кремній, графіт та тугоплавку складову, що складається з металів і/або їх сплавів, і/або сполук, що мають температуру плавлення, вищу від температури плавлення кремнію.

2. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що при формуванні згаданих частин використовують тугоплавку складову, яка містить 50-60мас.% від маси суміші.

3. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що при формуванні згаданих частин використовують тугоплавку складову у вигляді порошку з розміром частинок 20-100мкм.

Корисна модель стосується області одержання виробів із керамічних матеріалів, а саме способів виготовлення виробів із композиційного матеріалу на основі алмазу при спіканні композиційних та полікристалічних матеріалів на основі алмазу в умовах високих тиску і температури.

Відомий спосіб одержання виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу [патент України №65297А, МПК C22C26/00, опубл. Бюл. №3, 15.03.2004], який включає формування алмазної маси та просочувального шару, що містить принаймні кремній в кількості, достатній для просочування алмазної маси та графіт, нагрівання цієї системи у тиглі комірки високого тиску при високому тиску до температури, достатньої для плавлення кремнію, і витримку при цій температурі, просочувальний шар може містити нанопорошок карбиду

кремнію та порошки тугоплавких металів, при цьому нагрівання здійснюється за рахунок пропускання струму тиглем, у гнізда якого засипають алмазну масу, при цьому струм проходить через просочувальний диск та безпосередньо через тигель.

Недоліком отриманого за цим способом виробу із композиційного матеріалу на основі алмазу є неможливість виготовлення складно профільного виробу по причині викришування кромки виробу по усьому профілю, пов'язане з недостатнім просочуванням.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого є спосіб одержання виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу [патент України №25599, МПК C22C26/00, опубл. 10.08.2007, Бюл. №12, 2007], який включає фор-

(13) U

(11) 36041

(19) UA

мування просочуючого шару із суміші, що містить принаймні кремній в кількості, достатній для просочування алмазної маси та графіт, при якому отримують формовку, форма якої відповідає профільній робочій частині виробу, який необхідно виготовити, потім на профільну поверхню формовки просочуючого шару насипають алмазну масу, здійснюють нагрівання цієї системи у нагрівачі комірці високого тиску при високому тиску до температури, достатньої для плавлення кремнію і витримку при цій температурі, при цьому формування просочуючого шару здійснюють із суміші, яка містить 35-45мас.% графіту від кількості кремнію та порошку тугоплавких металів. Перед нагріванням на алмазній масі розміщують шар або пластину із тугоплавких металів і/або їх сплавів.

Складові сумішей для отримання формуючої та просочуюче-формуючої формовок мають різний модуль об'ємного стискування, а також різну усадку матеріалу, яка викликана градієнтом тиску по висоті комірці високого тиску, що призводить до неправильної форми, а саме викривлення профільної частини виробу, тобто неможливості отримання виробу у вигляді кулі.

В основу корисної моделі покладено завдання такого вдосконалення способу виготовлення виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу, при якому за рахунок вирівнювання усадки частин формовки внаслідок додавання у суміш сполук, що мають температуру плавлення вище температури плавлення кремнію забезпечується можливість отримання виробу у вигляді кулі, який у подальшому використовується для виготовлення, наприклад накатного деформуючого інструменту, робочі характеристики мають суттєве значення.

Для вирішення цього завдання у способі виготовлення виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу, що включає формування просочуючого шару із суміші, що містить принаймні кремній в кількості, достатній для просочування алмазної маси та графіт, при якому отримують формовку, форма якої відповідає профільній робочій частині виробу, який необхідно виготовити, потім на профільну поверхню формовки просочуючого шару насипають алмазну масу, здійснюють нагрівання цієї системи у нагрівачі комірці високого тиску при високому тиску до температури, достатньої для плавлення кремнію і витримку при цій температурі, згідно корисної моделі, отримують формовку, яка складається з двох частин у вигляді півсфер: формуючої та просочуюче-формуючої, при цьому формуючу частину виготовляють із суміші, яка містить графіт, тугоплавку складову, що складається з металів і/або їх сплавів і/або сполук, що мають температуру плавлення вище температури плавлення кремнію, а просочуюче-формуючу виготовляють із суміші, яка містить кремній, графіт та тугоплавку складову, що складається з металів і/або їх сплавів і/або сполук, що мають температуру плавлення вище температури плавлення кремнію, при цьому при формуванні згаданих частин використовують тугоплавку складову, яка містить 50-60мас.% від маси суміші; при формуванні згаданих частин використовують тугоплавку складову

у вигляді порошку з розміром частинок (20-100)мкм.

Причинно - наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що з'являється, і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає у наступному.

Завдяки додаванню складових, що мають більше значення модуля об'ємного стискування, ніж значення модуля об'ємного стискування лускоподібного графіту, такою складовою у пропонованому способі є карбід кремнію SiC, модуль об'ємного стискування якого дорівнює 363ГПа, в той час як модуль об'ємного стискування лускоподібного графіту майже у 12 разів нижче і дорівнює 29,8ГПа забезпечується виключення відхилень форми, що обумовлює можливість отримання виробу у вигляді кулі для виготовлення, наприклад інструменту, який у подальшому використовується для виготовлення накатного деформуючого інструменту з підвищеними робочими характеристиками.

При нагріванні системи в процесі виготовлення виробів з композиційного матеріалу на основі алмазу відбувається виплавлення кремнію Si, що може призвести до деяких змін форми, тому виникає необхідність додавання порошку тугоплавкого матеріалу з більшим значенням модуля об'ємного стискування, що сприяє рівномірній усадці по всій сферичній частині, що приводить до меншої незначних дефектів поверхні отриманого виробу.

При цьому розмір частинок порошку, що вводиться, повинен складати (20-100)мкм, що забезпечує необхідну шорсткість поверхні отриманого виробу, а саме спеченої кулі, що дозволяє у подальшому зменшити трудомісткість обробки даної поверхні для отримання поверхні із шорсткістю  $R_z=0,08-0,16$ мкм.

Приклад конкретної реалізації пропонованого способу.

Для виготовлення виробів із композиційного матеріалу на основі алмазу готували суміш для отримання формуючої частини, яка містить 55мас.% тугоплавкої складової частини, а саме карбід кремнію SiC з розмірами частинок 40мкм та 45мас.% лускоподібного графіту. Суміш засипали в кульовий млин і проводили змішування на протязі 30 хвилин. Після цього з отриманої суміші у прес-формі пресували формуючу частину у вигляді півсфери. Потім готували суміш для формування просочуюче-формуючої частини, яка містить 55мас.% тугоплавкої складової, а саме карбід кремнію SiC з розміром частинок 40мкм; 17мас.% лускоподібного графіту та 9мас.% алмазного нанопорошку з розміром частинок 0,002-0,01мкм. Цю суміш засипали в кульовий млин на проводили змішування протягом 30 хвилин. З отриманої суміші в прес-формі пресували просочуюче-формуючу частину у вигляді півсфери. Введення тугоплавких добавок приводить до отримання необхідної поверхні у виготовлених виробів з незначним відхиленням від сферичної форми. На сформовані формуючу та просочуюче-формуючу профільні частини у вигляді півсфер засипали алмазну масу, підпресовували за допомогою пуансону. Таким чином, сформовані півсфери з алмаз-

ною масою з'єднували для утворення сфери та розміщували в комірці високого тиску.

Спікання виконували в апараті високого тиску типу тороїд протягом 90с. при тиску 8ГПа, температурі 1400°C. Після спікання була проведена хімічна обробка спечених виробів для очищення їхньої поверхні від залишків графіту. При візуальному огляді отримана сферична профільна повер-

хня виробу має правильну форму, на якій не було виявлено дефектів поверхні. За рахунок того, що модуль об'ємного стискання тугоплавкої добавки карбіду кремнія SiC, яка вводиться в суміш, значно більше, ніж модуль об'ємного стискання графіту, ми можемо отримувати виріб у вигляді куль з незначними відхиленнями від сферичної форми.