Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U103032

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-12-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Втерковський Михайло Ярославович

2. Vterkovskyi Mykhailo Yaroslavovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Механічна інженерія. Матеріалознавство

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 22-12-2021

Спеціальність за освітою: Композиційні та порошкові матеріали, покриття

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.052

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 53.39, 55.23, 55.09.35, 81.29.09.23

Тема дисертації:

1. Створення армованих керамічних матеріалів на основі B4C для роботи в екстремальних умовах експлуатації

2. Creation of the reinforced ceramic materials based on B4C for work in extreme operating conditions

Реферат/анотація:

1. Вироби з карбіду бору мають унікальне поєднання властивостей: високу твердість, високий модуль пружності, високу теплопровідність, стійкість до агресивних середовищ. Ковалентна природа хімічного зв'язку робить карбід бору важкоущільнюваним матеріалом і потребує застосування температур спікання, які складаються 0.9-0.95 Т плавлення. Використовують такі методи спікання як гаряче пресування, ІПС, які передбачають одночасне прикладення тиску з високою температурою. Дані методи значно обмежують розміри та форми отриманих виробів, мають не високу продуктивність і є дуже енергоємними. Як результат - висока вартість виробів з карбіду бору значно лімітує його використання. Актуальним є пошук методів отримання армованих керамічних матеріалів на основі карбіду бору з порівняно низькими температурами консолідації, ніж в методах гарячого пресування та ІПС. Дисертаційна робота присвячена вирішенню

актуальної науково-технічної задачі – створення армованих керамічних матеріалів на основі B4C для роботи в екстремальних умовах експлуатації з високими фізико-механічними властивостями. З метою створення армованої кераміки на основі B4C в роботі розглядається можливість отримання керамічних композитів системи B4C- Si- Св (вуглецеві волокна) з використанням методу інфільтрації пористих зразків з B4C розплавом кремнію. Метод інфільтрації дозволяє зменшити температури отримання високощільної кераміки B4C з високими механічними властивостями. Вплив технологічних параметрів на мікроструктуру, фазовий склад та механічні властивості кераміки B4C досліджувався на інфільтрованих зразках з різною вихідною пористістю та вуглецевмісною зв'язкою. Дослідження мікроструктури показали, що зменшення вихідної пористості призводить до зменшення розміру вторинних зерен B4C за рахунок розчинення та взаємодії вихідних частинок з розплавом кремнію. Вдбувається зміна морфології частинок SiC з продовгуватої до багатогранної, неправильної форми. Зменшення вихідної пористості впливає на фазовий склад кераміки: кількість фаз B4C та SiC зменшується, а залишкового кремнію збільшується. Додавання епоксидної смоли в якості вуглецевмісної зв'язки призводить до утворення фази □-SiC. З метою встановлення впливу армування вуглецевими волокнами на структуру, фазовий склад та фізико-механічні характеристики кераміки на основі B4C досліджувалися інфільтровані зразки з додаванням різного вмісту (0, 5, 10, 15 та 20 %) вуглецевих волокон (ВВ) до вихідного порошку B4C. Встановлено, що збільшення вмісту вуглецевих волокон сприяє збільшенню утвореної фази SiC з одночасним зменшенням кількості залишкового кремнію. Металографічними дослідженнями встановлено, що в процесі взаємодії розплаву кремнію з вуглецевими волокнами утворюються композиційні волокна з структурою «ядро (С) -оболонка (SiC)». Максимальне значення міцності на згин (510 ± 27 МПа) отриманої кераміки B4C досягається при додаванні до вихідних порошків B4C 10 % вуглецевих волокон. Найбільше значення модуля Юнга (380 ГПа) досягається при вмісті 20 % ВВ . Дослідженням фізичних властивостей (електропровідності та КТР) кераміки B4C встановлено, що зі збільшенням концентрації вуглецевих волокон електропровідність збільшується, а КТР зменшується. З метою встановлення впливу обробки в полі контрольованого температурного градієнту (КТГ) на структуру, фазовий склад та механічні властивості кераміки на основі B4C досліджувалися попередньо інфільтровані зразки B4C з різним гранулометричним складом, отримані в результаті зонної плавки. Металографічними дослідженнями було встановлено, що застосування обробки в КТГ інфільтрованої кераміки B4C призводить до перекристалізації B4C через розплав кремнію, з подальшим утворенням композитів із міцним каркасом з дрібних зерен B4C. В той же час виявлено можливе контролювання вмісту карбіду кремнію в інфільтрованому композиті за рахунок зміни гранулометричного складу вихідного порошку B4C. Встановлено, що застосування обробки в КТГ призводить до зменшення кількості залишкового кремнію в кераміці на основі B4C за рахунок росту зерен SiC, які знаходяться в кераміці B4C після інфільтрації. Застосування обробки в КТГ призводить до збільшення твердості кераміки B4C за рахунок значного вмісту фаз (B4C, □-SiC та □-SiC) з високою твердістю. Збільшення швидкості обробки в КТГ з 5 до 10 мм/с призводить до збільшення значення міцності на розрив композитів з 138±8 МПа до 169±10 МПа за рахунок подрібнення структури кераміки і формування пластинчастих часток □-SiC. Згідно до отриманих науково-експериментальних результатів одержані армовані композиційні матеріалів на основі B4C методом інфільтрації розплаву кремнію. Застосування армування вуглецевими волокнами дозволяє збільшити механічні властивості інфільтрованої кераміки. З інфільтрованих армованих зразків отримано керамічні пластини, для використання в якості складових елементів кромок планера безпілотних літальних апаратів

2. Boron carbide products have a unique combination of properties: high hardness, high modulus of elasticity, high thermal conductivity, resistance to aggressive environments. The covalent nature of the chemical bond makes boron carbide a difficult-to-compact material and requires the use of sintering temperatures of 0.9-0.95 T melting point. Use such sintering methods as hot pressing, SPS, which involve the simultaneous application of pressure with high temperature. These methods significantly limit the size and shape of the obtained products, have low productivity and are very energy intensive. As a result, the high cost of boron carbide products significantly limits its use. It is important to look for methods of obtaining reinforced ceramic materials based on boron carbide with relatively low consolidation temperatures than in the methods of hot pressing and SPS. The dissertation work is

devoted to the decision of the actual scientific and technical problem - creation of the reinforced ceramic materials based on B4C for work in extreme conditions of operation with high physical and mechanical properties. In order to create reinforced ceramics based on B4C, the paper considers the possibility of obtaining ceramic composites of the B4C-Si-Cf system using the method of infiltration of porous samples with B4C by silicon melt. The infiltration method allows to reduce the temperature of high-density ceramics B4C with high mechanical properties. The influence of technological parameters on the microstructure, phase composition and mechanical properties of B4C ceramics was studied on infiltrated samples with different initial porosity and carbon-containing binder. Microstructure studies have shown that a decrease in the initial porosity leads to a decrease in the size of the secondary B4C grains due to the dissolution and interaction of the starting particles with the silicon melt. The morphology of SiC particles changes from elongated to multifaceted, irregular shape. The reduction of the initial porosity affects the phase composition of the ceramic: the number of phases B4C and SiC decreases, and the residual silicon increases. In order to determine the effect of carbon fiber reinforcement on the structure, phase composition and physical and mechanical characteristics of B4C-based ceramics, infiltrated samples with different contents (0, 5, 10, 15 and 20%) of carbon fiber (BB) to the original B4C powder were investigated. It is established that the increase in the content of carbon fibers contributes to the increase of the formed phase of SiC with a simultaneous decrease in the amount of residual silicon. Metallographic studies have shown that in the process of interaction of silicon melt with carbon fibers, composite fibers with the structure "core (C) -shell (SiC)" are formed. The maximum value of flexural strength (510 ± 27 MPa) of the obtained B4C ceramics is achieved by adding 10% of carbon fibers to the original B4C powders. The highest value of the Young's modulus (380 GPa) is achieved at an explosive content of 20 %. A study of the physical properties (electrical conductivity and CTE) of B4C ceramics found that with increasing concentration of carbon fibers, the electrical conductivity increases and CTE decreases. In order to establish the influence of treatment in the field of controlled temperature gradient (CTG) on the structure, phase composition and mechanical properties of B4C-based ceramics, pre-infiltrated B4C samples with different particle size distribution obtained by zone melting were studied. Metallographic studies have shown that the use of B4C infiltrated ceramics in CTG leads to recrystallization of B4C through silicon melt, followed by the formation of composites with a strong framework of small B4C grains. At the same time, it is possible to control the content of silicon carbide in the infiltrated composite by changing the particle size distribution of the original powder B4C. It was found that the use of CTG treatment leads to a decrease in the amount of residual silicon in B4C-based ceramics due to the growth of SiC grains that are in B4C ceramics after infiltration. The application of treatment in CTG leads to an increase in the hardness of B4C ceramics due to the significant content of phases with high hardness. Increasing the processing speed in CTG from 5 to 10 mm/s leads to an increase in the value of tensile strength of composites from 138±8 MPa to 169±10 MPa due to grinding of the ceramic structure and the formation of lamellar particles □-SiC. According to the obtained scientific and experimental results, reinforced composite materials based on B4C were obtained by the method of infiltration of silicon melt. The use of carbon fiber reinforcement can increase the mechanical properties of infiltrated ceramics. Ceramic plates were obtained from infiltrated reinforced samples for use as components of the edges of the glider of unmanned aerial vehicles.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лобода Петро Іванович

2. Loboda Petro Ivanovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Баглюк Геннадій Анатолійович

2. Bagliuk Gennadii Anatoliiovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Санін Анатолій Федорович

2. Sanin Anatoliy Fedorovych

Кваліфікація: д. т. н., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степанчук Анатолій Миколайович

2. Stepanchyk Anatoliy Mykolaiovych

Кваліфікація: к. т. н., 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юркова Олександра Іванівна

2. Yurkova Olexandra Ivanivna

Кваліфікація: д. т. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Смирнов Ігор Володимирович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Смирнов Ігор Володимирович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Т.А.