

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА
ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Магістерська дисертація

зі спеціальності 8.05040303 Композиційні та порошкові матеріали, покриття

на тему:

Структура та властивості спрямовано закристилізованого евтектичного сплаву $B_4C - TiB_2$ легovanого лантаном

Structure and properties of directionally crystallized eutectic alloy B_4C-TiB_2 , doped with lanthanum

Виконав: студент 6-го
курсу, групи ФК – 31м

Головенько Ярослав Богданович

Науковий керівник

к.т.н., доцент Богомол Ю. І.

Київ – 2015 р.

РЕФЕРАТ

Робота вміщує: стор. – 116. рис. – 67 , табл. – 11, дод. – 0, літ. – 52

У дипломній роботі викладено літературний огляд сучасного стану теорії і практики отримання керамічних композиційних матеріалів на основі карбїду бору, методів їх отримання та легування.

Метою дипломної роботи є дослідження впливу добавки лантану та інших легуючих домішок на структуру та механічні властивості евтектичних сплавів системи $V_4C - TiB_2$. Для досягнення мети потрібно:

1. Отримати евтектичні сплави системи $V_4C - TiB_2$ леговані різною кількістю лантану методом електронно-променевого оплавлення
2. Дослідити мікроструктуру та хімічний склад одержаних композитів
3. Дослідити фізико-механічні властивості одержаних композитів
4. Одержати спрямовано закристалізовані евтектичні сплави системи $V_4C - TiB_2$ леговані оптимальною кількістю La
5. Дослідити мікроструктуру, хімічний склад та фізико-механічні властивості одержаних композитів
6. Отримати спрямовано закристалізовані композити $V_4C - TiB_2$ леговані іншими елементами, дослідити структуру та властивості отриманих матеріалів.

Об'єкт дослідження: леговані евтектичні сплави V_4C-TiB_2 , отримані різними методами.

Предмет дослідження: структура, фазовий склад та механічні властивості легованих керамічних композитів системи V_4C-TiB_2 при кімнатній та підвищеній температурах.

Методи дослідження та апаратура: керамічні композити отримувалися з використанням установок ЭЛА-6 та Кристал-206, мікроструктура матеріалів досліджувалась на оптичному мікроскопі «NEOPHOT 21» та електронному мікроскопі, мікромеханічні дослідження проводились на приладі MНV-1000, міцність на згин досліджувалась на установці «Instron 4505», для дослідження газоабразивного зносу використовувався відповідний стенд.

Ключові слова (словосполучення): *карбїд бору, армований композит, міцність на згин, мікротвердість, тріщиностійкість, монокристал, кераміка.*

ABSTRACT

Thesis project includes p. – 116, Fig. – 67, Table. –11, Ext. – 0, Ref. – 52

In present research the literature review of the current state of theory and practice of producing ceramic boron carbide based composite materials and methods of obtaining and doping them are shown.

The aim of the thesis is investigation the influence of lanthanum and other dopants on structure and mechanical properties of eutectic alloys $B_4C - TiB_2$. To achieve the goal should to solve the following tasks:

1. Obtain the $B_4C - TiB_2$ eutectic alloys doped with lanthanum by electron-beam.
2. Investigate the microstructure and chemical composition of the composites
3. Investigate the physical and mechanical properties of the composites
4. Obtain the directionally crystallized $B_4C - TiB_2$ eutectic alloys doped with optimal amount of lanthanum
5. Investigate the microstructure, chemical composition and physical and mechanical properties of synthesized composites
6. Obtain the directionally crystallized $B_4C - TiB_2$ composites doped with other elements and investigate the structure and properties of the materials.

The object of study is alloyed B_4C-TiB_2 eutectic alloys obtained by different methods.

The subject of research is structure, phase composition and mechanical properties of doped B_4C-TiB_2 ceramics at room and elevated temperatures.

Methods and equipment: ceramic composites were obtained using «ЭЛА-6» and «Кристал 206», microstructure of materials was observed by optical microscope «NEOPHOT 21» and by the electron microscope, micromechanical tests were conducted on the device MHV-1000, bend strength was studied using «Instron 4505», erosive wear resistance was investigated using erosive wear stand.

Keywords: *boron carbide, reinforced composite, bending strength, microhardness, fracture toughness, single crystal, ceramics.*

ВИСНОВКИ

Таким чином, в ході виконання роботи було виявлено, що обраний в якості легуючої добавки, хлорид лантану гептагідрат розпадається при температурах сушки, а при температурах проведення плавки відбувається ряд хімічних реакцій, що призводить до утворення нової фази – гексабориду лантану, який виділяється на границях розділу фаз матриця - волокно. Дані локального мікрорентгеноспектрального та рентгенофазового аналізу підтвердили наявність гексабориду лантану на міжфазних границях евтектичного сплаву V_4C-TiB_2

Показано, що механічні властивості спрямовано армованих композиційних матеріалів системи V_4C-TiB_2 великою мірою залежать від характеристик зчеплення матриці і армуючого елемента, а отже утворення нової фази на міжфазних границях матриця – волокно, значною мірою буде впливати на механічні властивості матеріалу.

Показано, що завдяки покращенню зчеплення матриці з армуючими волокнами через менш різкий перепад КТР між ними, що викликано наявністю нової фази на границях розділу, було отримано міцність на згин для зразків із кількістю введеного хлориду лантану гептагідрату 2 об.%, при кімнатній температурі 271 МПа, що на 30 % вище міцності нелегованого евтектичного сплаву V_4C-TiB_2 , та при $T=1600$ °С – 282 МПа, що перевищує відповідні значення нелегованих сплавів на 20 %.

Виявлено, що поява крихкої фази LaB_6 , та укрупнення структури що з цим пов'язані призводять до зниження тріщиностійкості композитів зі зростанням кількості введеного хлориду лантану гептагідрату. Так як при поширенні тріщини крупні включення армуючої фази руйнуються разом з матрицею, коли дрібні включення сприяють відхиленню тріщини або її гальмуванню. Значення мікротвердості при цьому залишаються приблизно на одному рівні.

Показано, що добавки SiC та NbB₂ підвищують міцність та тріщиностійкість спрямовано закристалізованих евтектичних композитів В₄С – TiB₂ у порівнянні із нелегованими сплавами цієї системи. Найвищі значення міцності показали зразки леговані SiC, при чому навіть при температурах 1600-2000 °С зберігався крихкий характер руйнування.

В роботі також було проаналізовано вплив шкідливих та небезпечних чинників під час роботи в лабораторії, а також розроблено заходи по охороні праці.

CONCLUSIONS

Selected as an alloying additive, lanthanum chloride heptahydrate decomposes at drying temperatures. The formation of a new phase - lanthanum hexaboride is caused by series of chemical reactions at melting temperatures. LaB_6 appear on the interface boundaries. XRD analysis confirmed the presence of lanthanum hexaboride in eutectic alloy $\text{B}_4\text{C-TiB}_2$.

Mechanical properties of present composites depend on matrix and reinforcing elements traction. Therefore the formation of a new phase in interphase boundaries will affect on the mechanical properties of the material.

Bending strength for samples with 2 vol.% lanthanum chloride heptahydrate at room temperature is 271 MPa, which is 30% higher than strength of unalloyed eutectic alloy $\text{B}_4\text{S-TiB}_2$, and at $T = 1600^\circ\text{C}$ - 282 MPa (20% higher than undoped alloys). It caused by coefficient of thermal expansion (CTE) of LaB_6 , which less than fiber CTE and higher than matrix CTE.

However, due to appearance of brittle LaB_6 phase, and coarsening of structures, fracture toughness is decreased with increasing of lanthanum chloride heptahydrate content. The large reinforcing inclusions are destroyed with the matrix on the crack propagation way. When crack deviations are caused by small inclusions. Microhardness values are at the same level.

Increasing in strength and fracture toughness of directionally crystallized $\text{B}_4\text{C-TiB}_2$ eutectic composites are caused by SiC and NbB_2 additives, compared to undoped alloys of this system. However, crack deviation in general cases was not observed. The highest strength was shown by samples doped with SiC . By the way, at 1600-2000 °C brittle type of fracture for these composites was remained.

In the present work the influence of harmful and dangerous factors in the laboratory were analyzed and measures for the protection of labor were developed.