

Биба Є.Г., Лобода П.І., Степанов О.В., Глухоєдов Р.С.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛОКЕРАМІЧНОГО КОМПЗИТУ Ti_3SiC_2

gluhoedov@ukr.net

Сьогодні МАХ-матеріали користуються неабиякою популярністю як перспективні матеріали для майбутнього застосування в різних галузях машинобудування. МАХ-матеріали – матеріали на основі МАХ-фаз, що є потрійними сполуками з загальною формулою $M_{n+1}AX_n$, де М – перехідний метал; А – елемент IIIA або IVA групи періодичної системи елементів; X – вуглець або азот (або обидва). Особливість цих матеріалів обумовлено будовою гексагональних кристалічних ґраток, у яких шари атомів елементів М і А чергуються в певній послідовності, а атоми карбону (або нітрогену) розташовуються в октаедричних порах між атомами елемента М, і полягає в унікальному поєднанні властивостей металу і кераміки. Композит Ti_3SiC_2 є типовим прикладом МАХ-матеріалу, цікавим і перспективним матеріалом для дослідження. Його промислове виробництво гальмується економічною недоцільністю і складністю технологій отримання. Основна проблема при отриманні Ti_3SiC_2 полягає в присутності домішкових фаз (TiC , $TiSi_2$, Ti_5Si_3 , SiC і ін.), що значно впливають на експлуатаційні характеристики кінцевого керамічного матеріалу.

Основними методами отримання матеріалів на основі МАХ-фаз є гаряче ізостатичне пресування, плазмове іскрове спікання та ін. Такі методи вимагають значних витрат енергії і часу. Альтернативою їм може бути високотемпературний синтез, що саморозповсюджується (СВС) [1]. Саме тому, метою даної роботи є дослідження структури та властивостей металокерамічного композиту Ti_3SiC_2 , отриманого методом СВС-процесу. СВС було реалізовано за допомогою електронно-променевої установки «ЭЛА-6». Суть даного процесу полягала в тому, що пресовки із суміші порошків $TiH_2 + SiC + C$ поміщали в вакуумну камеру з електронною гарматою, нагрівали за допомогою направленного, прискореного і сфокусованого потоку електронів для активації процесу СВС у пресовці. Морфологія та мікроструктура досліджувались сканувальною електронною мікроскопією, фазовий склад контролювався рентгеноструктурним аналізом, також визначались механічні властивості випробуваннями на твердість та міцність на стиск.

Структура отриманих зразків являла собою трифазний матеріал складу: 31,5 (± 9) % Ti_3SiC_2 , 9,9 (± 4) % TiC та 58,6 (± 16) Ti_5Si_3 , що підтверджується рентгеноструктурним (рис. 1) і мікроскопічним аналізом (рис. 2).

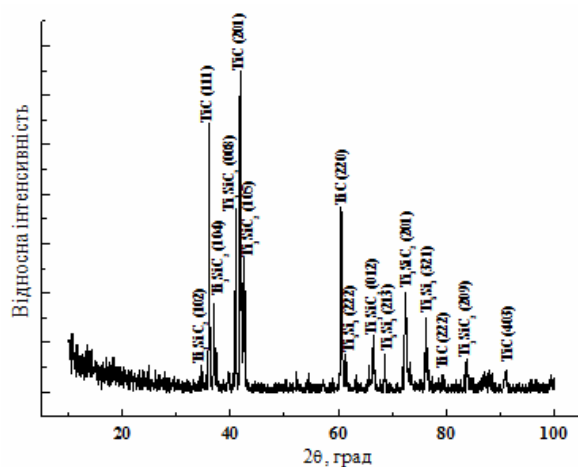


Рис. 1. Дифрактограма пресовки з суміші $TiH_2 + SiC + C$ після проходження СВС

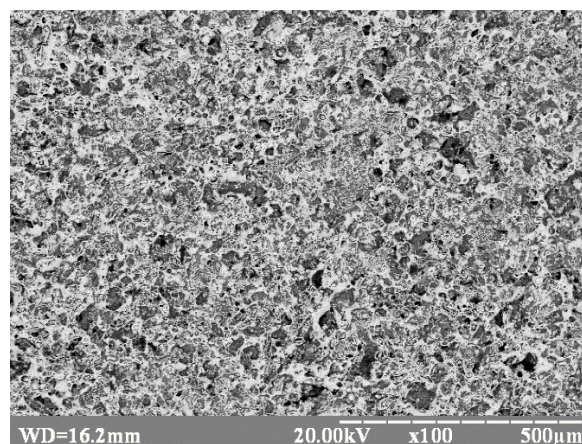


Рис. 2. Мікроструктура пресовки з суміші $TiH_2 + SiC + C$ після проходження СВС

Пористість отриманого композиту, визначена гідростатичним зважуванням, достатньо висока і складає 46%, відповідно міцність на стиск має досить низькі значення

($\sigma_{\text{в}}^{\text{CT}} = 53,5$ МПа), що пов'язано в першу чергу з недостатнім часом ізотермічної витримки. Проте мікротвердість отриманого металокерамічного композиту достатньо висока ($\text{HV} = 15,5$ ГПа). Отже, подальші дослідження будуть спрямовані на визначення оптимального часу ізотермічної витримки після проходження процесу СВС для отримання однофазного композиційного матеріалу складу Ti_3SiC_2 .

Література:

1. В.Л. Радишевский, О.К. Лепаква, Н.И. Афанасьев. Синтез, структура и свойства МАХ-фаз Ti_3SiC_2 и Nb_2AlC [Текст] – Вестник Томского государственного университета. Химия, 2015. – № 1. – С. 33...38.

Биба Є.Г., Чабан А.С., Лобода П.І.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ СИСТЕМИ $\text{TiAl} - \text{TiB}_2$

tchaban.andrew@yandex.ru

Сплави на основі алюмінідів титану TiAl – це новий клас матеріалів, що характеризується високою жароміцністю і жаростійкістю, стійкістю до окислення і горіння, високим модулем пружності, що в поєднанні з низькою питомою вагою робить їх перспективними в якості високотемпературних конструкційних матеріалів для аерокосмічної та автомобільної промисловості.

Формування структури на основі алюмінідів титану у вигляді композиту, що містить в алюмінідній матриці включення високомодульних і малопластичних тугоплавких твердих сполук, забезпечує їх підвищену стійкість до абразивного зношування. Композиційні матеріали на основі $\text{TiAl} - \text{TiB}_2$ володіють високим модулем пружності, низькою густиною, високою питомою міцністю, ударною в'язкістю та ін. [1]. Наявність направлено кovalентного зв'язку між атомами титану та алюмінію обумовлює високотемпературні властивості цих матеріалів, що й визначає їх широке застосування в аерокосмічній техніці [2]. Тому дослідження впливу кількості добавок тугоплавкої складової на формування структури та фізико-механічних властивостей спеченого композиту обумовлює актуальність даної роботи.

Для отримання композиту $\text{TiAl} - \text{TiB}_2$ спершу було синтезовано алюмінід титану при температурі 1000 °С та часі витримки 3 години у вакуумній електропечі. Після подрібнення TiAl у планетарному млині виокремлювалась фракція із середнім розміром частинок 25 мкм та готувались суміші з додаванням 2; 4; 6; та 8 мас. % TiB_2 . Спікання попередньо сформованих пресовок проходило при температурі 1350 °С з часом витримки 5 хвилин в електронно-променевої установці “ЭЛА-6”. Морфологія та мікроструктура досліджувались сканувальною електронною мікроскопією, фазовий склад контролювався рентгеноструктурним аналізом, також були виміряні механічні властивості випробуванням на твердість.

Структура отриманого композиту являє собою матрицю із алюмініду титану та включень TiB_2 , та незначної кількості TiB (рис. 1), що підтверджується рентгеноструктурним і мікроскопічним аналізом. Зі збільшенням кількості армуючої складової спостерігається коагуляція частинок TiB_2 , та збільшення пористості, від 2% для складу $\text{TiAl} + 2\%\text{TiB}_2$, до 15% для складу $\text{TiAl} + 8\%\text{TiB}_2$, що пов'язано зі зменшенням загального коефіцієнта дифузії.