

( $\sigma_{\text{в}}^{\text{CT}} = 53,5$  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  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$ .

Література:

1. В.Л. Радишевский, О.К. Лепаква, Н.И. Афанасьев. Синтез, структура и свойства МАХ-фаз  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  и  $\text{Nb}_2\text{AlC}$  [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  $\text{TiAl}$  – 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  $\text{TiAl}$  у планетарному млині виокремлювалась фракція із середнім розміром частинок  $25$  мкм та готувались суміші з додаванням 2; 4; 6; та 8 мас. %  $\text{TiB}_2$ . 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  $\text{TiB}_2$ , та незначної кількості  $\text{TiB}$  (рис. 1), що підтверджується рентгеноструктурним і мікроскопічним аналізом. Зі збільшенням кількості армуючої складової спостерігається коагуляція частинок  $\text{TiB}_2$ , 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.

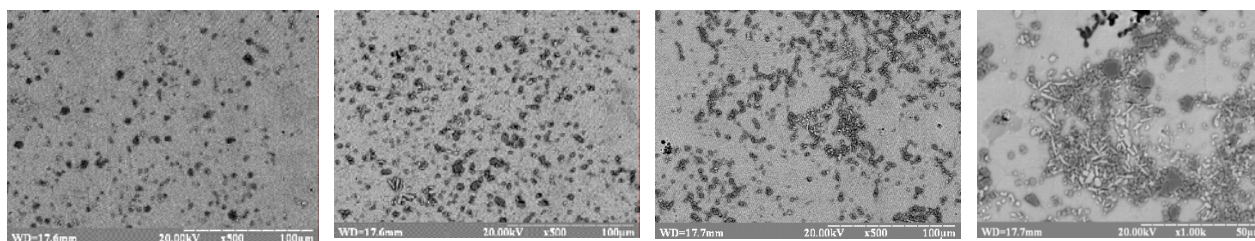


Рис. 1. Мікроструктури пресовок з суміші TiAl + а – 2%TiB<sub>2</sub>, б – 4% TiB<sub>2</sub>, в – 6% TiB<sub>2</sub>, г – 8% TiB<sub>2</sub> після електронно-променевого спікання

Збільшення кількості армувальної добавки сприяє зміцненню композиту, найвищу твердість має композит із вмістом 8% бориду (HV 6,95 ГПа) твердість композитів 2%TiB<sub>2</sub>, 4%TiB<sub>2</sub>, 6%TiB<sub>2</sub> становить 5,7 ГПа, 5,72 ГПа, 6,49 ГПа відповідно. Незважаючи на достатньо високі значення мікротвердості, даного часу спікання не повністю вистачає для отримання безпористої пресовки, особливо при вмісті армуючої фази 6 та 8%.

Література:

1. Kevorkijan V., Škapin S.D. Fabrication and characterization of TiAl/Ti<sub>3</sub>Al-based intermetallic composites (imcs) reinforced with ceramic particles / Kevorkijan V., 2009, p. 75.
2. Еременко В. Н. Титан и его сплавы: Підручник. / В. Н. Еременко – К.: Издательство АН Украинской ССР, 1960. – 500 с.

**Богушевський В.С., Антоневич О.О.**  
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

## **ДИНАМІЧНЕ ОПЕРАТИВНЕ КЕРУВАННЯ ГНУЧКОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ДІЛЯНКИ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ**

bogysh@gmail.com

Основний напрямок розвитку ливарної галузі на сучасному етапі – інтенсивне її переозброєння на базі гнучкого автоматизованого виробництва, що включає гнучкі автоматизовані лінії і гнучкі автоматизовані ділянки (ГАД) [1]. Продуктивність ГАД значною мірою залежить від ефективності їх систем керування. Дане твердження з урахуванням наявних у процесі невизначених ситуацій, обумовлює зростаючий інтерес до вирішення задач керування в умовах невизначеності.

До складу ГАД входять:

1. Чотири ливарних модуля, кожен з яких складається з автоматизованого комплексу ЛПТ моделі А711П08, трисекційного роликowego конвеєра для прийому, переміщення порожньої тари і тари з виливками, роботизованих підвісних транспортних роботів з установкою для вивантаження чушок.

2. Транспортно-складське обладнання – монорейкова підвісна дорога вантажопідйомністю 2,0 т типу ОПД–2 з чотирма пристроями автоматизованого управління стрілками; два робота типу РПТ–1000, один з яких знаходиться на транспортній лінії виробництва виливків, інший – на транспортній лінії складу литва; трисекційний перевантажувальний конвеєр; автоматизований склад стелажного типу шихтових матеріалів і лиття з передавальними секціями.

3. Комплекс технічних засобів; датчики контролю технологічного режиму; безконтактні датчики положення вантажу; датчики переведення режиму роботи обладнання; сигнальні сирени.

Основні невизначеності, що виникають у процесі: зміна коефіцієнта виходу виливків, вихід з ладу основного і допоміжного устаткування (ЛПТ або окремих її вузлів, нагрі-