

УДК 621.762.5

Наконечний С. О.
аспірант, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Юркова О. І.
д-р техн. наук, професор, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ,
Україна

Лобода П. І.
д-р техн. наук, професор, академік НАН України,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ВИСОКОЕНТРОПІЙНИЙ AlCrNiTiB СПЛАВ, САМОАРМОВАННИЙ ЧАСТИНКАМИ ДИБОРИДУ ТИТАНУ

На протязі останнього сторіччя відбувається надзвичайно швидкий розвиток авіації, як цивільної, так і військової. У зв'язку з екстремальними умовами експлуатації, різні деталі авіаційної техніки, наприклад лопатки турбін або системи гальмування, потребують комплекс різноманітних властивостей: легкість, термостабільність, високі механічні властивості, стійкість до корозії, окиснення, зношування [1]. Однак традиційні матеріали (сплави алюмінію, титану, нікелеві суперсплави, оксидна кераміка) мають обмежені характеристики, у зв'язку з чим проводиться пошук та дослідження нових матеріалів [1, 2]. Одними з таких матеріалів є легкі високоентропійні сплави (ВЕС), які поєднують низьку густину, високу термостабільність, механічні властивості та стійкість в екстремальних умовах експлуатації, як за звичайних, так і підвищених температур. Найбільш популярними серед них є ВЕС на основі таких елементів як Al, Cr, Ni, Ti [2], однак певний інтерес також становлять композиційні матеріали з додаванням неметалевих елементів, наприклад бору [3], що підвищує їх механічні властивості, стійкість до корозії, окиснення, зношування тощо.

Метою даної роботи є отримання AlCrNiTiB ВЕС шляхом механічного легування суміші елементарних компонентів протягом 10 год в середовищі бензину з наступним електронно-променевим спіканням.

На рисунку 1 представлено зображення мікроструктури AlCrNiTiB ВЕС після електронно-променевого спікання протягом 1 хв за температури ~ 1200 °С. Мікроструктура сплаву представляє собою композиційний матеріал, що складається з сірої металевої матриці на основі Al, Cr, Ni та Ti, а також дрібнодисперсних темних

Матеріали авіаційного виробництва

включень дибориду титану сфероподібної або багатогранної форми розміром від декількох сотень нм до 1 мкм. В свою чергу металева матриця композиційного матеріалу має шарувату структуру, що складається з сірих шарів із підвищеним вмістом Al та Ti, а також світло-сірих шарів із підвищеним вмістом Cr та Ni. Крім цього, для темних включень дибориду титану спостерігається наявність темно-сірих та чорних частинок, що пов'язано з відхиленням від стехіометрії в процесі росту включень з атомарних Ti та B, що знаходились в вихідному порошку ВЕС.

Твердість спеченого AlCrNiTiB ВЕС становить $9,3 \pm 0,5$ ГПа, а пористість не перевищує 1 %. Висока твердість сплаву забезпечується ефектами твердорозчинного зміцнення твердих розчинів атомами заміщення та проникнення, а також дисперсійного зміцнення за рахунок частинок дибориду титану.

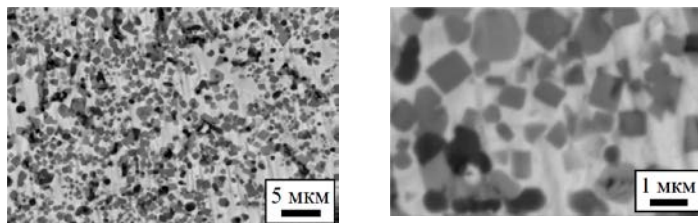


Рисунок 1 – Мікроструктура AlCrNiTiB ВЕС після електронно-променевого спікання протягом 1 хв за температури ~ 1200 °C

Робота виконана за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України (проект 2023.03/0053, Договір № 244/0053)

Список літератури

1. Lone N. F. Present challenges in development of lightweight high entropy alloys: A review / Nadeem Fayaz Lone, Frank Czerwinski, Daolun Chen // Applied Materials Today. – 2024. – Vol. 39. – P. 102296.
2. Structures and mechanical properties of Ti-Nb-Cr-V-Ni-Al refractory high entropy alloys / E. S. Panina [et al.] // Materials Science and Engineering: A. – 2020. – Vol. 786. – P. 139409.
3. The Effect of Boron Content on the Structure and Mechanical Properties of Electron-Beam High-Entropy AlNiCoFeCrTiB Coatings / S. O. Nakonechnyi [et al.] // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2023.