

роста и дифференцирования. Для того чтобы использование биоинженерных тканей стало рутиной, необходимо дальнейшее совместное, комплексное развитие биоматериаловедения, биологии и медицины.

Разработка новых медицинских устройств, биоматериалов и тканей, несомненно, будет играть все более важную роль в лечении болезней. Будущее развитие биоматериалов явится результатом совместных усилий материаловедов, биологов и врачей. Вероятно, новые ИБМ будут значительно отличаться от биоматериалов прошлого. Они станут намного более интеллектуальными в том смысле, что будут взаимодействовать с биологической средой, способствуя восстановлению физиологических функций организма и живых тканей. Окончательной целью лечения будет восстановление здоровой ткани с одновременным исчезновением остатков имплантированного биоматериала.

#### Литература:

1. Уорден К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение – М.: Техносфера, 2006. – 224 с. (ISBN 5-94836-065-2)
9. Klein, C. P. A. T., Patka, P., van der Lubbe, H. B. M., Wolke, J. G. C. and de Groot, K. (1991) J. Biomed. Mat. Res., 25, 53.
12. Hench, L. L. (1991) / Am. Ceramic Soc., 74, 1487. 13. Vogel, W. and Holland, W. (1987) Angew. Chem. Int. UK, 26, 527.
14. Wilson, J. (1985) «Clinical Application of Bioglass», Glass: Current Issues (ed. A. F. Wright and J. Dupuy), pp. 662-669.
15. Ikada, Y. (1994) Biomat., 15, 725. 31. Sittinger, M. (1996) Biomat., 17, 237.

**Чернявський В.В., Матвеев О.М., Юркова О.І.**

**(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)**

## **БАГАТОКОМПОНЕНТНІ Al-Ni-Co-Fe-Cr-Si-Ti ВИСОКОЕНТРОПІЙНІ ПОКРИТТЯ НА СТАЛІ**

E-mail: alexmatveev1994@gmail.com; vadikv13@gmail.com;

Проблема підвищення надійності та довговічності деталей машин та механізмів шляхом цілеспрямованої зміни структури та властивостей поверхні є актуальним напрямком сучасної науки та техніки. Помітне місце у вирішенні вказаної проблеми належить методам та технологіям зміни властивостей поверхневого шару шляхом нанесення захисних зміцнювальних покриттів з нових перспективних матеріалів, до яких відносяться високоентропійні сплави (ВЕС) [1, 2]. Висока ентропія змішування різних металевих елементів з концентрацією, близькою до еквіатомної, може значно зменшити вільну енергію Гіббса і стабілізувати тверді розчини з простою кристалічною структурою і хорошою комбінацією властивостей [1-3]. ВЕС виявляють унікальне поєднання високої міцності, корозійної тривкості, радіаційної стійкості, тощо [1-3], що відкриває перспективи для їх потенційного використання в умовах підвищених температур, ударних, динамічних навантажень, тертя, та інших екстремальних експлуатаційних умовах. Використання ВЕСів в якості покриттів є перспективним та економічно обґрунтованим.

Метою роботи є дослідження формування фазового складу, структури та механічних властивостей покриттів системи Al-Ni-Co-Fe-Cr-Si-Ti, отриманих методом електронно-променевого наплавлення на сталеву підкладку.

Для отримання рівномірного розподілу вихідних компонентів у шихті змішування проводили у планетарному млині протягом 5 хв. Нанесення покриттів проводили на електронно-променевій установці ЕЛА-6 в середовищі вакууму ( $10^{-3}$  Па) зі швидкістю наплавлення 1 мм/с.

За результатами рентгеноструктурного аналізу (рис. 1) встановлено, що  $\text{AlNiCoFeCr}$ ,  $\text{AlNiCoFeCrSi}$  та  $\text{AlNiCoFeCrSiTi}$  покриття складаються з твердих розчинів з ОЦК кристалічною структурою та періодом гратки 0,2884; 0,2857 та 0,2893 нм, відповідно.

Особливою рисою дифракційної картини покриттів є дуже низька інтенсивність максимумів відносно фону та їх значне розмиття, а на великих кутах дифракції ( $2\theta > 80^\circ$ ) немає розділення  $K_\alpha$ -дублету, тобто максимуми мають настільки сильне розмиття і малу інтенсивність, що виявити їх майже неможливо. Ці особливості пов'язані з сильним викривленням кристалічної решітки твердих розчинів завдяки розмірній невідповідності атомів компонентів [1, 3].

Товщина високоентропійних покриттів становить 1,25 мм, а мікротвердість HV  $\text{AlNiCoFeCrSi}$  та  $\text{AlNiCoFeCrSiTi}$  покриттів при додаванні Si та Ti досягає 9,2 і 11,25 ГПа (рис. 1), відповідно, що значно вище твердості більшості ВЕС покриттів, отриманих методами лазерного наплавлення (HV = 3...7,8 ГПа) [1], та в 4...5 разів вище твердості сталевий підкладки (HV = 1,8 ГПа). Покриття набувають високих значень мікротвердості, завдяки ефекту твердорозчинного зміцнення та сильного спотворення кристалічної гратки.

#### Література:

1. High-Entropy Alloys. Fundamentals and Applications / Editors Gao M. C., Yeh J.-W., Liaw P.K., Zhang Y. – Elsevier, 2015. – 516 p.

2. Y.F. Ye, Q. Wang, J. Lu, C.T. Liu and Y. Yang. High-entropy alloy: challenges and prospects // Materials Today. – 2016. – Vol. 19, No 6. – P. 349-362.

3. K.K. Alaneme, M.O. Bodunrina, S.R. Oke. Processing, alloy composition and phase transition effect on the mechanical and corrosion properties of high entropy alloys: a review // J. Mater. Res. Technol. – 2016. – Vol. 5(4). – P. 384-393.

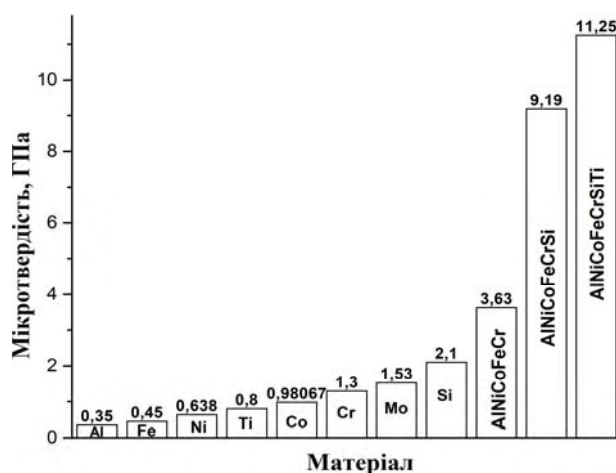


Рис. 1. Мікротвердість вихідних компонентів та покриттів

**Шалений Я.М., Доній О.М.**

*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

**УСТАНОВКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ**

E-mail: zaqtgb125@gmail.com

Для підвищення якості готової литої продукції необхідно створювати нові технології литва і вдосконалювати існуючі. Важливим аспектом при цьому є контроль температурних режимів плавки металу. Це обумовлено структурними змінами, які можуть відбуватись в рідкому металі зі зміною температур. В'язкість є одним із структурно-чутливих параметрів рідкого металу, тому її дослідження може надати інформацію про наявність структурних змін в рідині. А це, в свою чергу, дозволить підібрати необхідні температурні режими плавки.

Для дослідження в'язкості на кафедрі «металознавства і термічної обробки» ІФФ КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено установку для вимірювання в'язкості рідких металів та сплавів (рис. 1). Вона представляє собою шахтну електропіч опору (1), потужність якої регулюється з допомогою трансформатора (2). Режим роботи трансформатора контролюється під'єднаними вольтметром і амперметром (3). Температура в печі контролюється термопарою (4). В зоні нагрівання розташований графітовий тигель (5),