

**Получение наноструктурированных средне- и высокоэнтропийных сплавов
методом электроосаждения**

Блинова А.А.¹

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Морозов Н.А.¹

¹Университет ИТМО

E-mail: blinova@scamt-itmo.ru

Введение

В настоящее время перспективным направлением исследований в области материаловедения являются наноструктурированные средне- и высокоэнтропийные сплавы металлов (СЭС, ВЭС), в связи с широким кругом их функциональных применений [1]. Особый интерес для изучения представляют химические методы синтеза СЭС и ВЭС, в частности, электрохимическое осаждение из раствора солей металлов, позволяющее получать металлические покрытия с повышенными электрокаталитической активностью и термической стабильностью, а также не требующих больших затрат энергии на проведение реакции [2]. Основная проблема получения многокомпонентных систем в виде однофазного соединения заключается в различии в потенциалах восстановления переходных металлов. В качестве одного из вариантов решения можно рассмотреть использование комплексов, например цитратных, включающих атомы необходимых металлов и точный контроль параметров электролита (температура, рН) за счет применения буферов [3]. Отдельно стоит отметить, что использование в составе СЭС или ВЭС ферромагнитных металлов позволяет применять внешнее магнитное поле с целью влияния на морфологию получаемых покрытий, а следовательно, и на их свойства, в частности гидрофобные. Помимо этого, внешнее магнитное поле может влиять на физико-химические свойства электролита и кинетику протекания химической реакции восстановления [4], что вызывает интерес с точки зрения получения новых фундаментальных знаний о взаимосвязи внешних стимулов и свойств синтезируемых материалов.

Основная часть

В процессе электрохимического соосаждения металлов на титановой подложке размером 1x1 см использовался электролит объемом 50 мл, приготовленный из растворов концентрацией 0,5 М: CrCl₃; MnCl₂; CoCl₂; NiCl₂; CuCl₂; H₃BO₃; Na₃PO₄; Na₃C₆H₅O₇. В ходе синтеза импульсно подавали ток плотностью 10 мА/см² в течение 20 минут. В дополнение к электрохимическому осаждению применялось магнитное поле 0,2 Тл. Также исследовалось влияние рН-электролита на состав образующихся сплавов. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о значительном влиянии водородного показателя: при рН<3 в составе образцов преобладала медь; при рН>5 наблюдалось сравнительно равномерное распределение металлов и образовывались сплавы составов: CrMnCoNiCu, CrMnCoNi, CuCoNi. Проводился качественный и количественный анализ тонких пленок, получаемых на поверхности подложки, с помощью сканирующей электронной микроскопии, энерго-дисперсионной рентгеновской спектроскопии и рентгенодифракционного анализа.

Выводы

Разработана методика получения как высокоэнтропийных, так и среднеэнтропийных сплавов на титановой подложке, основанная на изменении рН используемого электролита. Определены ключевые параметры, которые влияют на состав/морфологию синтезированных сплавов. Выполнена физико-химическая характеристика полученных наноструктурированных материалов.

Литература

1. Xin Wang, Wei Guoa and Yongzhu Fu. High-entropy alloys: emerging materials for advanced functional applications // Journal of Materials Chemistry A. 2021, Vol. 9, p. 663-701. <https://doi.org/10.1039/D0TA09601F>
2. Haché, M. J. R.; Tam, J.; Erb, U.; Zou, Y. Electrodeposited NiFeCo-(Mo,W) High-Entropy Alloys with Nanocrystalline and Amorphous Structures. // Journal of Alloys and Compounds. 2023, Vol. 952, 170026. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.170026>.
3. S. Mehrizi & M. Heydarzadeh Sohi & M. Saremi. Effect of sodium citrate as complexing on electrochemical behavior and speciation diagrams of CoFeNiCu baths // Ionics. 2012, Vol. 19, p. 911-918. <https://doi.org/10.1007/s11581-012-0815-8>
4. Qiong Long, Yunbo Zhong, Jianming Wu. Research Progress of Magnetic Field Techniques for Electrodeposition of Coating // International Journal of Electrochemical Science. 2020, Vol. 15, Issue 8, p. 8026-8040. <https://doi.org/10.20964/2020.08.40>