**Исследование структуры и магнитных свойств наночастиц Co/CoO, легированных Sm, для использования в гипертермии**

***Михеев В.А., Соколова Д.С., Низамов Т.Р., Новиков А.И., Щетинин И.В.***

*Аспирант, 2 год обучения*

*Университет МИСИС, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1, Москва, Россия*

*E-mail: vmikheev@misis.ru*

Наночастицы на основе кобальта и оксида кобальта находят широкое применение в катализе и биомедицине благодаря комплексу уникальных свойств. Легирование соединений на основе кобальта редкоземельными элементами может кардинально улучшить функциональные свойства материалов. Так, легирование тонких плёнок Co3O4 самарием (Sm) позволило создать недорогой высокопроизводительный фотодетектор для оптоэлектронных устройств [1]. В свою очередь наночастицы на основе металлического Co показали хороший потенциал для применения в гипертермии [2]. В связи с этим, в данной работе было исследовано влияние легирования самарием на функциональные свойства наночастиц на основе Co/CoO для применения в гипертермии.

Синтез наночастиц проводился методом термического разложения согласно протоколу, указанному в статье [3]. Химический состав определялся рентгенофлуоресцентной спектроскопией, структурное состояние – методом рентгеновской дифракции на CoKα излучении. Морфология частиц исследовалась методом просвечивающей электронной микроскопией (ПЭМ). Магнитные свойства измерялись методом вибрационной магнитометрии в полях до 21 кЭ. Измерение эффекта гипертермии проводилось переменном магнитном поле амплитудой 25 мТл и частотой 393 кГц. Перед измерением частицы были переведены в водный раствор и покрыты биосовместимым полимером Pluronic F-127 и их концентрация была измерена методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Согласно ПЭМ, частицы после синтеза имели структуру ядро-оболочка, размер частиц не превышал 7 нм при размере ядра 4 нм. Это согласуется с данными рентгеновский спектроскопии, где спектр был представлен четырьмя очень широкими линиями, за счет очень большого вклада физического уширения. Магнитный гистерезис и выход намагниченности на насыщение говорит о наличии ферромагнитной фазы в образце. Исходя из этого можно сделать вывод, что ядро наночастиц было представлено металлическим кобальтом, в то время как оболочка состоит из оксида кобальта. По данным химического анализа, в образце присутствовало около 1 % самария и 99 % кобальта. В течение 2 минут в переменном магнитном поле наночастицы нагрелись с 25 до 37 градусов. При измеренной концентрации частиц 24,93 г/л параметр SLP (удельная мощность потерь) составил 16,8 Вт/г, параметр ILP (мощности собственных потерь) составил 0.11 нГн\*м2/кг.

Таким образом, наночастицы Co/CoO, легированные Sm, после покрытия биополимером продемонстрировали умеренный эффект гипертермии, что говорит об перспективности этой системы для дальнейших исследований в качестве агентов для гипертермии.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №23-73-00114).*

**Литература**

1. Shkir, Mohd. Sm Doped Co3O4: Development of a Low-Cost High-Performance Photodetector for Optoelectronic Devices // J. Alloys Compd., 2023. Vol. 967. P. 171637.

2. Zeisberger, M., e.a. Metallic Cobalt Nanoparticles for Heating Applications // Proceedings of the Sixth International Conference on the Scientific and Clinical Applications of Magnetic Carriers, 2007. Vol. 311. P. 224–227.

3. Gu, H.; Xu, B.; Rao, J.; Zheng, R. K.; Zhang, X. X.; Fung, K. K.; Wong, C. Y. C. Chemical Synthesis of Narrowly Dispersed SmCo5 Nanoparticles // J. Appl. Phys., 2003. Vol. 93. P. 7589–7591.