ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ

Студенттер мен жас ғалымдардың «ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016» атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XI Международной научной конференции студентов и молодых ученых «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»

PROCEEDINGS of the XI International Scientific Conference for students and young scholars «SCIENCE AND EDUCATION - 2016»

2016 жыл 14 сәуір
Астана

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Студенттер мен жас ғалымдардың «Ғылым және білім - 2016» атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XI Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016»

PROCEEDINGS of the XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016»

2016 жыл 14 сәуір

Астана

ӘӨЖ 001:37(063)
КБЖ 72:74
Ғ 96

Ғ96 «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: http://www.enu.kz/ru/nauka/ nauka-i-obrazovanie/, 2016. – .... б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-764-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докоранттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

ӘОЖ 001:37(063)
КБЖ 72:74

ISBN 978-9965-31-764-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2016

Выводы

В работе создана установка для синтеза волокон методом электроспиннинга, определены технологические условия для приготовления прекурсоров, состоящих из полимеров и оксида меди, отработана техника синтеза полимерных волокон методом электроспиннинга. Проведен синтез композитных волокон на основе полимеров (поливинилпирролидон и поливиниловый спирт) и оксида меди. Получены волокна с диаметром 700-1000 нм, который уменьшался после отжига до ~200 нм. Показано, что после термического отжига в составе волокон присутствуют люминесцирующая фаза оксида меди, а большая часть волокон представляет собой коаксиальные структуры.

Список использованных источников

1. Milleret V., Simona B., Neuenschwander P., Hall H. Tuning electrospinning parameters for production of 3D-fiberfleeces with increased porosity for soft tissue engineering applications // European Cells and Materials. 2011. Vol. 21. P. 286-303.
2. Naboka O., Kuzmenko V., Sanz – Velasco A., Lundgren P., Enoksson P., Gatenholm P. Carbon Nanofibers with Controlled Properties Synthesized from Electrospun Cellulose // Program and Abstracts «Carbon 2012» 2012. P. 45.
3. Nanoengineering of Structural, Functional and Smart Materials / eds. Schulz M.J., Kelkar A.D., Sundaresan M.J. - Boca Raton: CRC Press, 2006. 690 p.
4. Shabani I, Hasani-Sadrabadi M.M., Haddadi-Asl V., Soleimani M. Nanofiber-based polyelectrolytes as novel membranes for fuel cell applications // J. Membr. Sci. 2011. Vol. 368. № 1-2. P. 233-240.
5. Qi HJ, Teo KBK, Lau KKS, Boyce MC, Milne WI, Robertson J, Gleason KK. Determination of mechanical properties of carbon nanotubes and vertically aligned carbon nanotube forests using nanoindentation. // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. 2003. P. 2213-2237.
6. А.С. Айтова, Ж.С. Алдонгаров, Д.В. Исмаилов, Ж.К. Калкозова, Х.А. Абдуллин. Получение металлических нановолокон из раствора полимера и ацетата меди методом электроспиннинга // Труды XI международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». – Курск: 2014. С. 156-159.

УДК 544.64:544.032.4

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ТРИАДЫ ЖЕЛЕЗА

Алешова Назгуль Ерлановна[*], Козловский Артем Леонидович[**]

[*]Магистрант 2-го курса, [**] Докторант 3-го курса

Физико-технического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Кадыржанов К.К.

Особый интерес к изучению наноразмерных материалов, в том числе нанопроволок и нанотрубок различных металлов, обусловлен в первую очередь тем, что микро- и наноразмерные структуры существенно отличаются своими свойствами от макроструктур. Так например для наноструктур на основе Co, Fe, Ni наблюдается не свойственная для данных металлов аномальная электропроводность, а также высокие значения диэлектрической проницаемости [1-3]. В работах [3-5] показано, что с уменьшением размеров наноструктур существенно изменяются такие свойства как теплопроводность, температура плавления, теплоемкость и др. Последние исследования направленные на изучение свойств наноструктур привели к открытию потенциальных возможностей

применения наноразмерных систем в различных областях науки и техники с целью получения материалов с качественно отличными характеристиками от макрообъектов [6-10]. Среди магнитных наноматериалов особое место занимают многослойные или двухкомпонентные структуры [11-13]. Внимание к ним обусловлено обнаружением у них эффекта гигантского изотропного магнетосопротивления. Одним из вариантов повышения величины магниторезистивного эффекта является получения многослойных структур в виде наноструктур в форме полых цилиндрических трубок. Для нанотрубок реализуется геометрия магниторезистивного эффекта, когда электрический ток перпендикулярен границам раздела слоев или магнитных доменов в двухкомпонентных структурах, что невозможно осуществить в многослойных пленках с плоской геометрией. В случае наноструктур электроны проводимости вынуждены пересекать магнитные слои доменов с периодически антипараллельной направленностью магнитных моментов, создаваемых доменами структуры, что приводит к увеличению эффекта рассеяния по сравнению с многослойными плоскими пленками. Одним из наиболее перспективных материалов являются нанотрубки на основе сплава железа/никеля и железа/кобальта из-за их превосходных магнитных свойств, высокой намагниченности.

Экспериментальная часть

Электрохимическое осаждение $Fe_{1-x}Co_x$ нанотрубок

Электрохимическое осаждение в треки шаблонной матрицы проводилось в потенциостатическом режиме при напряжении от 1.3 до 2.0 В. Состав раствора электролита для получения железных наноструктур Fe_{100} – $FeSO_4{\times}7H_2O$ (234.5 г/л), $FeCl_2{\times}6H_2O$ (116 г/л), H_3BO_3 (45 г/л), $C_6H_8O_6$ (1 г/л); для железо – кобальтовых наноструктур (НС) в атомном соотношении $Fe_{25}Co_{75}$ – $CoSO_4{\times}7H_2O$ (165 г/л), $FeSO_4{\times}7H_2O$ (55 г/л), H_3BO_3 (25 г/л), $C_6H_8O_6$ (3 г/л) и $Fe_{50}Co_{50}$ – $CoSO_4{\times}7H_2O$ (110 г/л), $FeSO_4{\times}7H_2O$ (110 г/л), H_3BO_3 (25 г/л), $C_6H_8O_6$ (3 г/л).

Электрохимическое осаждение $Fe_{1-x}Ni_x$ нанотрубок

В качестве шаблонных матриц для электрохимического осаждения Fe/Ni нанотрубок использовались трековые мембраны с плотностью пор $1{,}0{\cdot}10^9 см^{-2}$ и диаметрами 110 ± 5 нм. Состав электролита: $NiSO_4{\times}7H_2O$ (110 г/л), $FeSO_4{\times}7H_2O$ (110 г/л), $NiCl_2{\times}6H_2O$ (5 г/л), H_3BO_3 (25 г/л), $C_6H_8O_6$ (3 г/л).

Результаты и обсуждение

Исследование влияния разности потенциалов на морфологию металлических $Fe_{1-x}Co_x$ нанотрубок

На рисунке 1 показаны экспериментальные кривые изменения силы тока в процессе осаждения железа и кобальта.

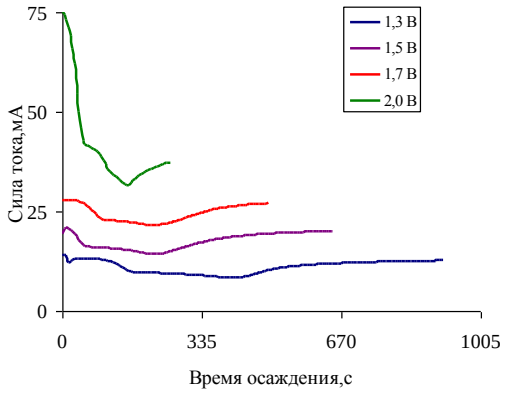
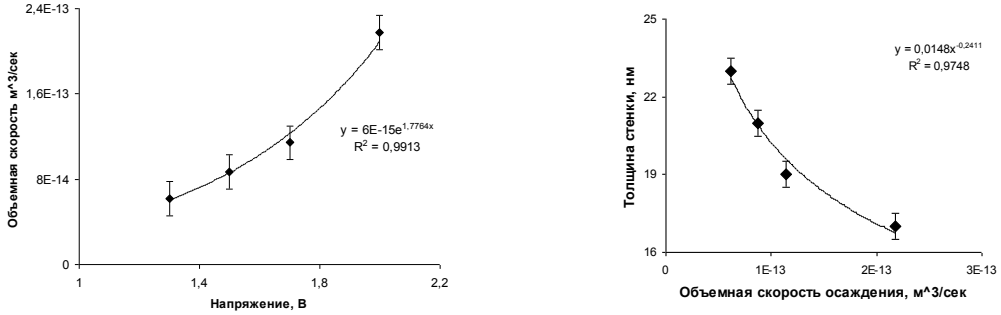


Рисунок 1. Хроноамперограммы процесса электрохимического осаждения

На основании полученных экспериментальных хроноамперограмм было определено время осаждения, соответствующее максимальной длине нанотрубок (полному заполнению

пор шаблона). Во избежание закупоривания или образования «крышек» на поверхности нанотрубок, предназначенных для изучения структурных и магнитных характеристик, процесс роста нанотрубок был остановлен в начале третьей стадии. Согласно полученным хроноамперограммам, была вычислена объемная скорость осаждения. Результат расчетов приведен на рисунке 2. С увеличением разности прикладываемых потенциалов объемная скорость осаждения возрастает по экспоненте. Зная константу объемной скорости для каждой разности потенциалов можно контролировать высоту роста наноструктур в шаблонной матрице.



а) б)

Рисунок 2. а) Зависимость изменения объемной скорости осаждения от прикладываемого напряжения; б) График зависимости изменения толщины стенок от объемной скорости осаждения

Исследование структурных особенностей и морфологии полученных наноструктур проводилось с привлечением РЭМ. РЭМ – изображения нанотрубок представлены на рисунке 3.

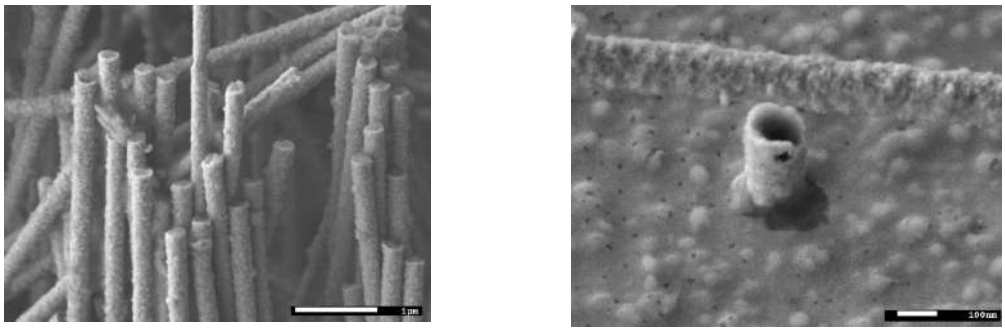


Рисунок 3. РЭМ – изображения Fe/Co нанотрубок

Анализ РЭМ – снимков полученных наноструктур показал, что высота нанотрубок равна толщине шаблона 12 мкм и диаметр 110±5 нм

На рисунке 2б представлен график изменения толщины стенки от объемной скорости осаждения. Из графика видно, что с увеличением скорости роста нанотрубок, толщина стенок уменьшается по закону $y = 0{,}0148x^{-0{,}2411}$. Уменьшение толщины стенок нанотрубок с увеличением напряжения осаждения можно обосновать на основании следующих соображений. В процессе электрохимического осаждения рост нанотрубок обусловлен двумя механизмами: 1) рост существующих зерен и 2) зарождение новых зерен с последующим формированием новых слоев. С увеличением напряжения осаждения начинает доминировать 2й механизм роста, что приводит к возрастанию объемной скорости роста нанотрубок и к более быстрому заполнению пор с уменьшением толщины стенок. Для определения влияния разности потенциалов на фазовый состав осажденных нанотрубок был проведен энергодисперсионный анализ полученных наноструктур.

Основываясь на полученных результатах можно сделать следующий вывод: с увеличением разности потенциалов атомное соотношение металлов в полученных нанотрубках смещается в пользу кобальта (погрешность определения состава составляла ~2%).. В двухкомпонентном электролите при равной концентрации солей по массе (50/50) в процессе темплатного синтеза с увеличением разности потенциалов потенциал восстановления кобальта из раствора электролита преобладает над потенциалом восстановления железа.

Для определения фазового состава Fe/Co нанотрубок было проведено рентгенодифрактометрическое исследование. В результате установлено, что исследуемые образцы однофазны, с ОЦК структурой с параметром кристаллической решетки отличающимся от эталонного значения. Поскольку полученное значение параметра оказалось несколько больше значения стандартного образца можно предположить, что наблюдаемая фаза является твердым раствором замещения кобальта в железе. Меньшая ширина на половине высоты (FWHM) основной дифракционной линии (110) на рентгенограммах (0.722° для $Fe_{60}Co_{40}$, 0.706 для $Fe_{58}Co_{42}$, 0.702 для $Fe_{55}Co_{45}$ и 0.695 для $Fe_{49}Co_{51}$) свидетельствует об увеличении степени кристалличности с уменьшением атомного содержания железа в нанотрубках. В результате обработки полученных рентгенограмм были определены параметры элементарной ячейки a для исследуемых образцов. При аппроксимации полученной завимости было обнаружено, что параметр элементарной ячейки уменьшается с увеличением концентрации кобальта практически по линейному закону с коэффициентом $\partial a/\partial C = -0.0208 \pm 0.02$ Å. Очевидно, что такое уменьшение параметра элементарной ячейки связано с различием радиусов r атомов Fe и Co, которые равны: r(Fe) = 1.227 Å, r(Co) = 1.191 Å.

Исследование влияния условий осаждения на структурные и проводящие свойства $Fe_{1-x}Ni_x$ нанотрубок

На рисунке 4 представлены хроноамерограммы процесса осаждения Fe/Ni наноструктур в зависимости от разности прикладываемых потенциалов.

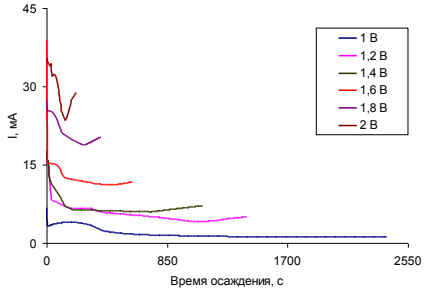


Рисунок 4. Хроноамперограммы процесса осаждения Fe/Ni нанотрубок

При увеличении плотности тока за счет увеличения разности потенциалов на электродах в процессе роста наноструктур наблюдается адсорбция примесей водорода, анионов солей, а также гидроксидов, часть которых выпадает в осадок на поверхность шаблонной матрицы, но часть из образовавшего осадка включается в кристаллическую структуру растущих в порах нанотрубок. При этом примеси попавшие в структуру нанотрубок способны деформировать решетку кристаллитов. Образовавшиеся примеси на поверхности мембраны блокируют движение ионов металлов, тем самым пассивируют катод. Так как при электрохимическом осаждении ионы металлов подводятся по нормали к поверхности катода, блокировка мест роста способна изменить движение ионов к катоду. При этом если ионы обладают энергией достаточной для преодоления блокирующей пленки, образовавшейся в процессе роста, по нормали к ее поверхности, то движение ионов осуществляется в направлении роста с осью текстуры [110], если же ионы не обладают такой энергией, то реализуется тангенциальный рост текстуры с осью кристаллитов с осью текстуры [111]. Изменение разности прикладываемых потенциалов влияет на скорость роста наноструктур, которая складывается из двух компонент: продольной скорости роста

вдоль поры и поперечной скорости роста толщины стенок трубки. При больших разностях потенциалов в процессе роста начинает преобладать продольная скорость роста за счет быстрого образования зародышей кристаллитов, из которых формируются нанотрубки. Однако этот процесс сопровождается негативными факторами, такими как образование большого количества водорода в результате повышения температуры электролита за счет увеличения скорости образования ионов металла и их движению от анода к катоду, и выпадению большого количества металлического осадка и гидроксидов на поверхности шаблонной матрицы, что в свою очередь приводит к закупориванию пор.

Для определения изменений кристаллической структуры Fe/Ni нанотрубок в результате электрохимического осаждения при различной разности потенциалов был проведен рентгеноструктурный анализ. На рисунке 5 представлены РСА – дифрактограммы исследуемых образцов Fe/Ni нанотрубок.

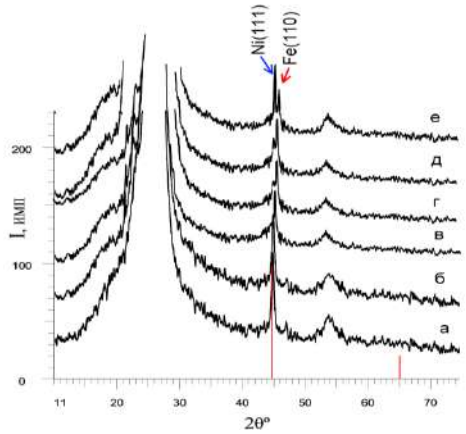


Рисунок 5. РСА дифрактограммы Fe/Ni нанотрубок: а) 1.0В; б)1.2В; в)1.4В; г)1.6В; д)1.8В; е)2.0В

Так как исследуемые образцы при проведении анализа находились в полимерной матрице, на дифрактограмме наблюдается широкий гало – пик с угловым пиком 2θ = 20 - 35º и малый пик 2θ = 52 - 55º соответствующие матрице. Все дифрактограммы исследуемых образцов имеют малоинтенсивные пики, характерные для дифракции на наноразмерных объектах. Уширение пиков свидетельствует о поликристаллической структуре Fe/Ni нанотрубок. Наиболее интенсивный пик наблюдаемый на дифрактограммах соответствует ОЦК – фазе α-Fe (пространственная группа $Im\bar{3}m$) с индексами Миллера (110), однако при разности потенциалов 1.4 В и выше наблюдается асимметричность пика (110), что может быть обусловлено увеличением атомного содержания никеля в кристаллической структуре нанотрубок, которое вызывает образование дополнительных микронапряжений и дефектов в структуре, а также появлением ГЦК – фазы Ni с индексами Миллера (111). С помощью рентгеноструктурного анализа было установлено, что фазовый состав исследуемых образцов соответствуют твердому раствору замещения атома никеля в железе с преобладанием ОЦК – фазы α-Fe для образцов, полученных при разности потенциалов от 1.0 до 1.6 В. Для образцов, полученных при разности потенциалов 1.8 – 2.0 В наблюдается две фазы: ОЦК – фаза α-Fe и ГЦК – фаза Ni, причем ГЦК – фаза является доминирующей для образца полученного при разности потенциалов 2.0 В, что может быть обусловлено большим содержанием Ni в структуре нанотрубок (56% согласно ЭДА).

Список использованных источников

1. А.П. Болтаев, Ф.А. Пудонин Аномально высокая низкочастотная эффективная диэлектрическая проницаемость в системе метал лических наноостровов // ЖЭТФ. 2008. Том.134. №3. С.587.

2. А.А. Ахкубеков, Б.С. Карамурзов, В.А. Созаев. Фазовые переходы в наноматериалах. – Кабардино-Балкар, ун-т, Нальчик, 2008, С. 206.

3. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005, 416 с.
4. J.C. Charlier, X. Blase, A. De Vita, R. Chemistry of novel nanoscale carbon materials: Nanodiamond and carbon nano-onions // Car. Science. 1997. Vol. 275. P. 646.
5. J.C. Charlier, X. Blase, A. De Vita, R. Itinerant ferromagnetism in heterostructured C/BN nanotubes // Car. Appl. Phys. 1999. A 68. P. 267.
6. T.H. Lee, R.M. Dickson. Discrete two-terminal single nanocluster quantum optoelectronic logic operations at room temperature. // Proc. of the National Academy of Sciences of the USA. 2003. Vol. 100. P. 3043.
7. J.C. Bao, C.Y. Tie, Z. Xu, Q.F. Zhou, D. Shen, and Q. Ma. Template synthesis of an array of nickel nanotubules and its magnetic behavior // Adv. Mater. 2001. Vol. 13. P. 1631.
8. S. C.Lin, S.Y. Chen, S.Y. Cheng, and J.C. Lin. Synthesis and magnetic properties of highly arrayed nickel-phosphate nanotube // Solid State Sci. 2005. Vol. 7. P.896.
9. K. Nielsch, F.J. Castao, S. Matthias, W. Lee, and C.A. Ross. Synthesis of cobalt/polymer multilayer nanotubes// Adv. Eng. Mater. 2005. Vol. 7. P.217.
10. Z.Q. Liu, D.H. Zhang, S. Han, C.Li, B. Lei, W.G. Lu, J.Y. Fang, and C.W. Zhou. Gold nanoparticles in biology and medicine: recent advances and prospects // J. Am. Chem. Soc. 2005. Vol. 127. P.6.
11. S. Khizroev, M.H. Kryder, D. Litvinov, and D.A. Thompson. Direct observation of magnetization switching in focused-ion-beam-fabricated magnetic nanotubes // Appl. Phys. Lett. 2002. Vol. 81. P. 2256.
12. R. Gasparac, P. Kohli, M.O. Mota and C.R. Martin. Template synthesis of nano test tubes // Nano Lett. 2004. Vol. 4. P. 513.
13. C.A. Haberzettl Nanomedicine: destination or journey? // Nanotechnology. 2002. Vol. 13. P. 9.

УДК 544.64:544.032.4

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА НАНОТРУБОК

Алин Махамбет Бауыржанулы[*], Алина Алуа Канатказы[*], Шлимас Дмитрий Игорьевич[**]
[*]Студент 5-го курса, [**]Докторант 1-го курса
Физико-технического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – Кадыржанов К.К.

В последние годы одним из перспективных направлений считается область нанотехнологий, которая включает в себя как изучение различных методик для получения наноструктур и наноструктурированных материалов, так и методы их исследования и модификации. В данной работе рассмотрены получение и возможные пути модификации нанотрубок на основе кобальта, путем облучения электронами с энергиями 5 МэВ при различных дозах облучения.

Данные наноструктуры были получены методом шаблонного синтеза, где в качестве темплатов были использованы трековые мембраны на основе ПЭТФ. Заполнение пор трековых осуществлялось методом электрохимического осаждения, который заключается в пропускании электрического тока через водный раствор электролита. Данная методика позволяет контролировать не только скорость роста металлических нанотрубок путем изменения прикладываемого напряжения и температуры осаждения, но также и геометрические параметры и структуры конечных массивов наноструктур.