



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



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

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың 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.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

результате проведенного исследования установлена скорость окисления Ni нанотрубок в различных средах, а также зависимость степени деградации от кислотности и времени нахождения в среде. Полученные данные представляют большой интерес для потенциального практического применения в качестве носителей лекарственных препаратов для адресной доставки. Знание скорости и степени деградации нанотрубок позволит существенно уточнить временные рамки применимости нанотрубок.

УДК 544.64:544.032.4

ВЛИЯНИЕ УСКОРЕННЫХ ИОНОВ C^{3+} НА СТРУКТУРУ Ni-НАНОТРУБОК

Шлимас Д.И., Козловский А.Л.

Shlimas@mail.ru

Докторант физико-технического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана
Младший научный сотрудник Астанинского филиала Института ядерной физики МЭ
РК, Астана

Научные руководители – М.Здоровец, К.Кадыржанов

В последние годы наноструктуры представляют огромный интерес для исследователей благодаря своим уникальным оптическим, механическим, каталитическим, электрическим и магнитным свойствам, а также широкому потенциальному применению в области сенсоров [1-3], катализаторов [4], автоэмиссионных катодов и устройств хранения [1,5]. Среди одномерных наноструктур особое внимание стоит уделить полым нанотрубкам, главным отличием которых заключается в наличии трех независимых параметров: длина, внешний диаметр и толщина стенки, изменение которых позволяет осуществлять контроль характеристик наноструктур. [6-8]

В случае применения наноструктур в качестве элементов различных устройств необходимо знать граничные пределы эксплуатации, особенно если она будет осуществляться в экстремальных условиях (высокие температуры, радиационная нагрузка, механический износ). В современном материаловедении пучки тяжелых ионов применяются для симуляции длительных процессов облучения, а также в качестве одного из современных методов модификации материалов [9,10]. Облучение твердых наноразмерных тел значительно повышает количество атомных дефектов в структуре: когда энергетическая частица (электрон, тяжелый ион или нейтрон) проникают в твердое тело, они переносят свою энергию встречным атомам вдоль траектории своего движения, в большинстве случаев за счет многочисленных процессов ионизации, электронной экситации, а также смещения атомов с первоначальных позиций. Потеря энергии электронов является главным механизмом в случае облучения пучком ускоренных ионов с высокой энергией [11,12]. Локальные повреждения, вызванные переносом энергии материалу и последующая релаксация системы, определяют область модификации исследуемого материала, при этом путем варьирования условий облучения (энергия, флюенс, тип ионов, используемых для облучения) можно направленно модифицировать свойства наноразмерных материалов [13,14]. В результате облучения создается каскад точечных дефектов, а также скопление данных дефектов, которые способны деформировать кристаллическую решетку наноструктур. На сегодняшний день сведений о природе радиационных дефектов в наноструктурах не так много, как для массивных материалов. Анализ литературных данных выявил ряд комплексных исследований по изучению влияния ускоренных легких и тяжелых ионов на транспортные свойства наноструктур синтезированных в каналах полимерных трековых мембран.

Экспериментальная часть. Синтез Ni - нанотрубок проводился в порах трековых мембран на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ) типа Hostaphan® производства фирмы «Mitsubishi Polyester Film» (Германия) толщиной 12 мкм с плотностью пор $4 \times 10^7 \text{ см}^{-2}$ при

диаметрах 400 нм (рисунок 1а) [15]. Активирование COOH связей, образующихся на поверхности стенок пор в результате химического травления треков от тяжелых ионов, проводилось при УФ-сенсibilизации ПЭТФ шаблонов. Эта процедура позволила создавать на стенках пор локализованные заряженные состояния, которые способствовали получению трубчатой формы НС на этапе электрохимического осаждения.

Электрохимическое осаждение проводилось при разности потенциалов 1,75 В с использованием электролита: $\text{NiSO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (100 г/л), H_3BO_3 (45 г/л), $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (1.5 г/л) при температурах 25°C, pH раствора электролита был равен 3 [16]. Катодом при осаждении служил слой золота толщиной 10 нм, который наносился методом магнетронного напыления в вакууме. При такой толщине слоя Au поры оставались открытыми и рост наноструктур начинался в местах контакта золота с электролитом (рисунок 1b-c). Процесс осаждения контролировался хроноамперометрически с использованием мультиметра Agilent 34410A.

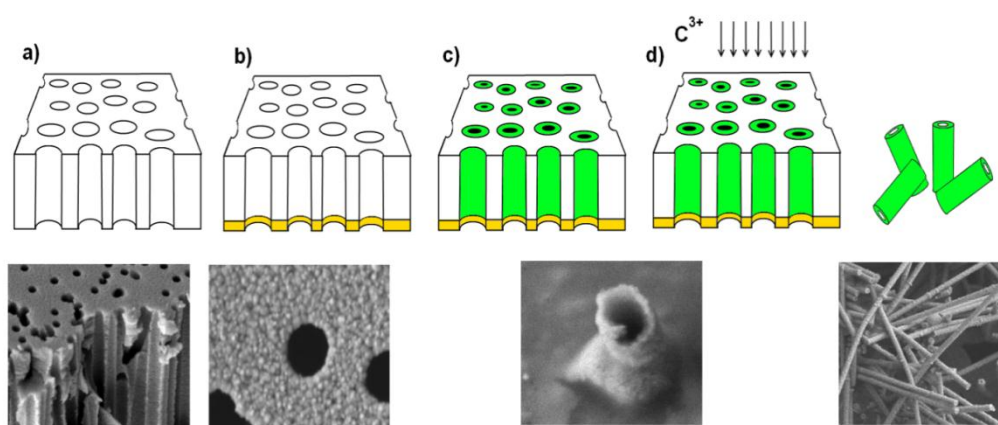


Рисунок 1. РЭМ – изображения НТ и принципиальное изображение стадий получения:

а) шаблонная матрица на основе ПЭТФ, б) напыленный слой золота на поверхность ПЭТФ, в) заполнение пор металлом г) облучение нанотрубок ионами C^{3+}

Исследование структуры и характеристических размеров синтезированных НТ проводилось посредством растровой электронной микроскопии (РЭМ) на микроскопе Hitachi TM3030 с системой энергодисперсионного анализа (ЭДА) Bruker XFlash MIN SVE при ускоряющем напряжении 15 кВ. Изучение диаметров пор и внутренних диаметров находящихся в ПЭТФ шаблонах нанотрубок проводилось манометрическим методом определения газопроницаемости, основанном на измерении изменения давления газа в замкнутой камере при давлении в интервале от 8 до 20 кПа с шагом 4 кПа.

Облучение образцов нанотрубок полимерных матрицах проводилось на ускорителе тяжелых ионов «ДЦ-60» Астанинского филиала Института Ядерной Физики ионами C^{3+} и с флюенсом от 1×10^9 до $5 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим влияние облучения ускоренных ионов C^{3+} на свойства Ni нанотрубок. На рисунке 2 представлены РЭМ изображения Ni нанотрубок до и после облучения. Из представленных РЭМ-микрофотографий видно, что трубки являются изотропными и цилиндрическими, с длиной 12 мкм и внешним диаметром 380 нм, что соответствует размерам пор исходной шаблонной матрицы. Толщина стенок составила 100 нм.

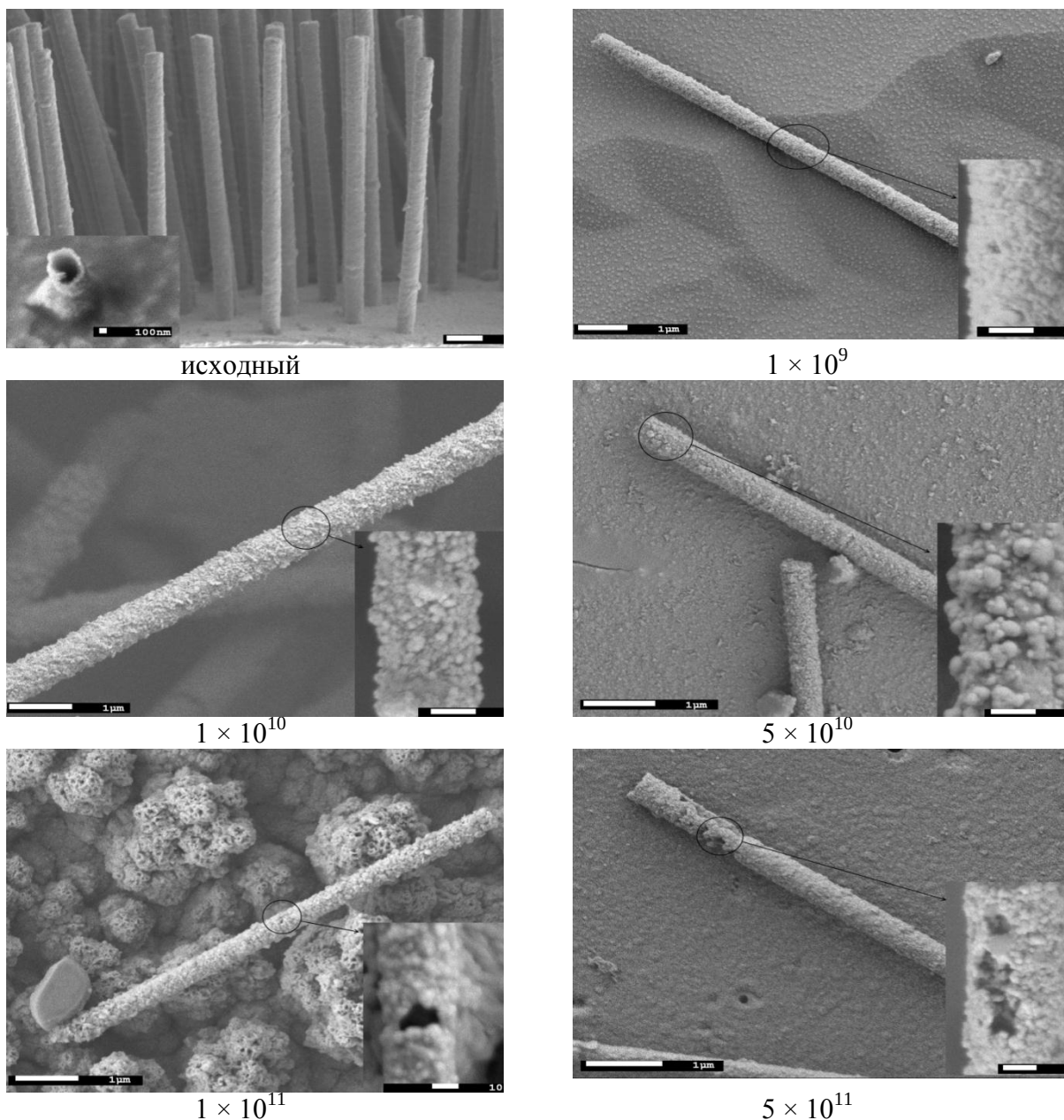


Рисунок 2. РЭМ – изображения Ni – нанотрубок до и после облучения

На представленных РЭМ – изображениях отчетливо прослеживается деградация структуры в процессе облучения Ni – нанотрубок ионами C^{3+} . При малых дозах облучения наблюдается формирование небольших наростов сферической формы на внешней стенке трубки. При увеличении дозы облучения наблюдается частичное разрушение нанотрубок, в результате образования аморфных областей.

Характеризация НТ с точки зрения наличия в их структуре углерода проводилась методом ЭДА. Согласно полученным данным, атомное соотношение никеля в исходном образце нанотрубок составляет 100% и остается неизменным до доз облучения $5 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Превышение этой дозы позволяет регистрировать в спектрах ЭДА пика углерода (K_{α} – серия – 0.277 кэВ). Увеличение дозы облучения приводит не только к росту его интенсивности, но и к изменению интенсивностей линий никеля K_{α} – серии при 7.474 кэВ и L_{α} – серии 0.849 кэВ, что может быть обусловлено изменением структуры нанотрубок в результате взаимодействия ионов углерода с кристаллической решеткой. В таблице 1 представлены результаты ЭДА анализа изменения элементного состава Ni–НТ в результате облучения ускоренными ионами C^{3+} с различным флюенсом.

Таблица 1.

Изменение химического состава исследуемых образцов в зависимости от флюенса облучения, ат.%

№ образца	Флюенс, м ⁻²	Ni–HT	
		C ³⁺	
		Ni	C
1	0	100	0
2	1×10^9	100	0
3	1×10^{10}	97	3
4	5×10^{10}	93	7
5	1×10^{11}	91	9
6	5×10^{11}	79	21

Для более детального исследования распределения углерода в структуре нанотрубок было проведено картирование облученных образцов, результаты которого представлены на рисунке 3.

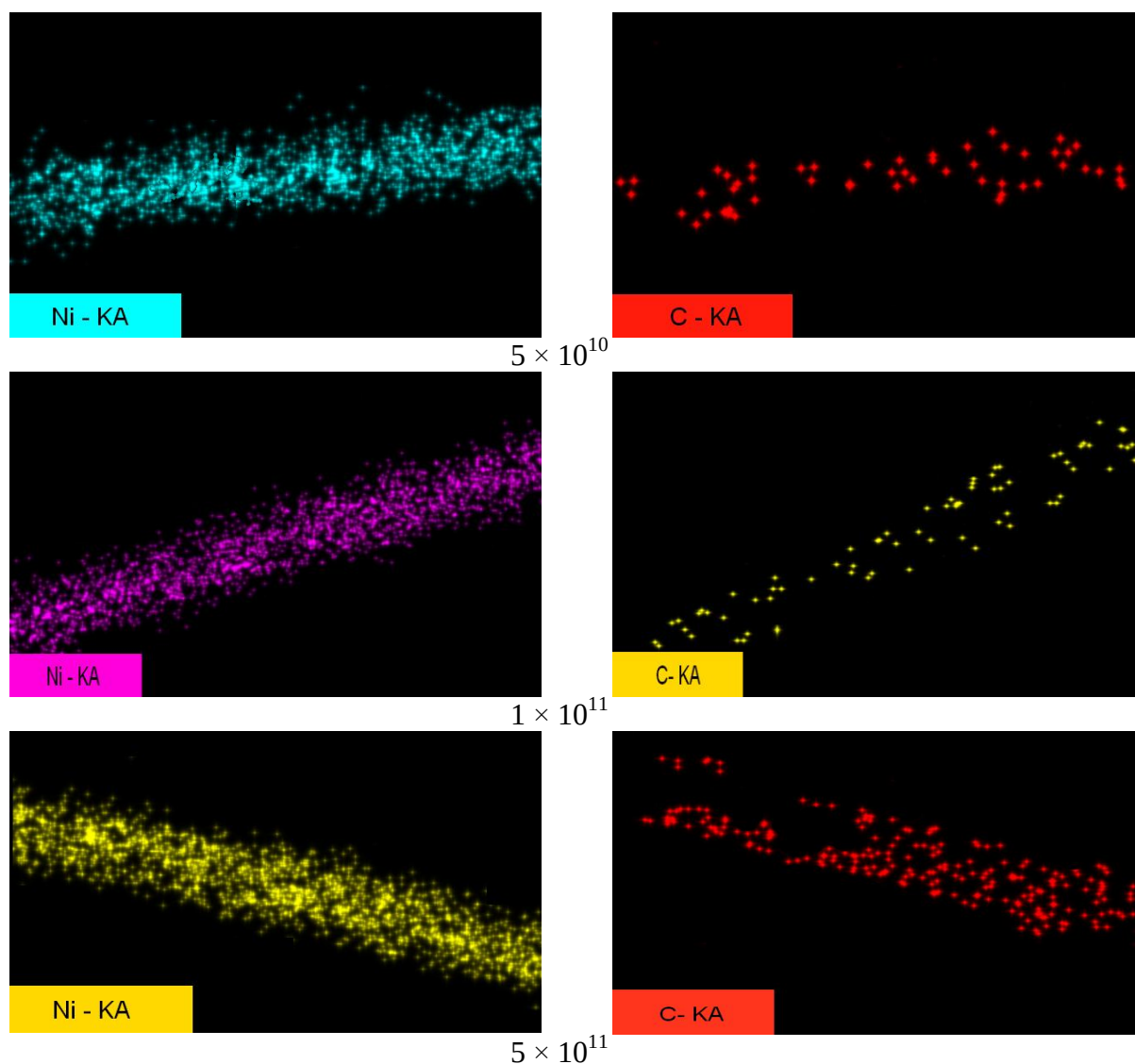


Рисунок 3. Результаты картирования Ni–HT ионами C³⁺

Согласно результатам картирования видно, что с увеличением дозы облучения наличие углерода в структуре нанотрубок наблюдается лишь для больших доз. При этом видно, что

концентрация углерода неравномерна по структуре, на краях стенок концентрация углерода больше. Увеличение концентрации на краях может быть обусловлено миграцией дефектов к внешней стороне стенок или формированию карбидных соединений в результате возникновения локальных областей нагрева при взаимодействии налетающих ионов с узлами кристаллической решетки, что подтверждает полученные результаты РЭМ.

Заключение

В данной работе было рассмотрено влияние пучков ускоренных ионов C^{3+} на морфологию и структуру Ni нанотрубок, анализ которых был выполнен с помощью методов РЭМ и ЭДА. Анализ полученных результатов показал, что с увеличением флюенса облучения происходит накопление углерода в объеме нанотрубок с формированием карбидных соединений в результате возникновения локальных областей нагрева при взаимодействии налетающих ионов с узлами кристаллической решетки, что в конечном итоге приводит к деградации структуры и разрушению нанотрубок.

Список использованных источников

- 1 Z. Liu, D. Zhang, S. Han, C. Li, B. Lei, W. Lu, J. Fang, C. Zhou, Single crystalline magnetite nanotubes // J. Am. Chem. Soc. – 2005. – V. 127. – P. 6.
- 2 S. J. Tans, M. H. Devoret, H. Dai, A. Thess, R. E. Smalley, L. J. Geerligs, C. Dekker Individual single-wall carbon nanotubes as quantum wires. // Nature. – 1997. – V. 386. – P.474.
- 3 H. Dai, J. H. Hafner, A. G. Rinzler, D. T. Colbert, R. E. Smalley. Nanotubes as nanoprobe in scanning probe microscopy. // Nature – 1996. – V.384. – P. 147.
- 4 A. Kros, R. J. M. Nolte, N. A. J. M. Sommerdijk. Conducting polymers with confined dimensions: Track-etch membranes for amperometric biosensor applications. // Adv. Mater. – 2002. – V.14. – P. 1779.
- 5 Ahmad, N.; Chen, J.Y.; Zhou,W.P.; Liu, D.P.; Han, X.F. Magnetoelastic anisotropy induced effects on field and temperature dependent magnetization reversal of Ni nanowires and nanotubes. J. Supercond. Nov. Magn. 2011, 24, 785–792.
- 6 Escrig, J.; Landeros, P.; Altbir, D.; Vogel, E.E.; Vargas, P. Phase diagrams of magnetic nanotubes. J. Magn. Magn. Mater. 2007, 308, 233–237.
- 7 Y. Chen 1, C. Xu, Y. Zhou, K. Maaz, H. Yao, D. Mo, S. Lyu Temperature- and Angle-Dependent Magnetic Properties of Ni Nanotube Arrays Fabricated by Electrodeposition in Polycarbonate Templates // Nanomaterials. – 2016. – V. 6. – P. 231.
- 8 F. Muench, L. Hussein, T. Stohr Templated synthesis of pure and bimetallic gold/platinum nanotubes using complementary seeding and plating reactions Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 508 (2016) 197–204.
- 9 Amandeep Kaur, Chauhan R. P. // J Mater Sci: Mater Electron. 2013. V.24. P. 4302.
- 10 Rana P., Chauhan R.P. //Physica B.2014. V.451. P.26.
- 11 Gehlawat D., Chauhan R.P. // Materials Research Bulletin. 2014. V.49. P.454.
- 12 Manju Kumari, Pallavi Rana, Chauhan R.P.// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. 2014. V.753. P.116.
- 13 Deepak Saini, Chauhan R. P., Sanjeev Kumar. Effects of annealing on structural and magnetic properties of template synthesized cobalt nanowires useful as data storage and nano devices. // J Mater Sci: Mater Electron. – 2014. – V.25. – P.124–127.
- 14 Habibi R., Daryan J.T., Rashidi A.M. // J. Exp. Nanosci. 2009.V.4. P. 35.
- 15 Zdorovets M., Ivanov I., Alexandrenko, V.; Sambaev, E. Physics, N. // in Proceedings of RuPAC2014. 2014. P. 287.
- 16 A. L. Kozlovskiy, D. I. Shlimas, A. E. Shumskay, E. Yu. Kaniukov, M. V. Zdorovets, K. K. Kadyrzhanov Influence of electrodeposition parameters on structural and morphological features of Ni nanotubes Physics of Metals and Metallography, 2017, Vol. 118, No. 2, pp. 164–169.