

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ КАТОДА НА ЭВОЛЮЦИЮ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДИ

© 2016

А.М. Грызунов, аспирант кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Ключевые слова: активация катода; морфология поверхности; электрокристаллизация меди; эволюция поверхности.

Аннотация: Развитие современных технологических процессов производства химических веществ и очистки сточных вод от токсичных загрязнений требует создания новых металлических материалов, обладающих заданными физико-химическими свойствами. Особый акцент при разработке таких функциональных материалов делается на увеличении их удельной поверхности и числа активных центров катализа. Также существует необходимость повышения активности неблагородных металлов за счет изменения морфологии их поверхности, создания высокой концентрации определенного типа дефектных структур, которые являются активными центрами катализа.

В данной работе для создания дефектных структур меди использовался метод электроосаждения с механической активацией катода и растущих на нем кристаллов абразивными частицами. Для прогнозирования возможностей предлагаемого метода необходимы детальные исследования процессов образования и эволюции дефектных структур во время электрокристаллизации меди, чему и посвящена данная работа.

В статье изложены результаты исследования влияния механической активации катода-микросетки абразивными частицами на особенности эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих в процессе их электрокристаллизации. В работе приведены результаты электроосаждения без механической активации и с ней при одинаковых технологических параметрах. Показано, что именно механическая активация катода на начальных этапах процесса электрокристаллизации существенно влияет на морфологию медной поверхности и стимулирует образование и рост сравнительно крупных кристаллов в виде конусов, пентагональных пирамид и конусов с развитой поверхностью.

Проведенные исследования показали, что механическая активация на начальном этапе электроосаждения позволяет создавать развитую поверхность меди. Предварительные испытания выявили высокую эффективность такого материала с развитой поверхностью в качестве катализатора для доочистки сточных вод от токсических примесей.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы связана с большим научным интересом и широкими технологическими возможностями применения металлических функциональных материалов и частиц с развитой поверхностью. Такие материалы используются для увеличения емкости планарных конденсаторов, изготовления электродов для химических источников тока, создания катализаторов, фильтрующих и сорбирующих элементов.

Анализ научной литературы показал, что увеличение удельной поверхности материалов добиваются разнообразными трудоемкими способами [1–12]. Однако практически все они являются многостадийными, технологически сложными [3; 5; 6; 12] и энергозатратными, требуют наукоемкого и порой дорогостоящего оборудования. В работах [13–17] предложены механизмы роста медных кристаллов с пентагональной симметрией, которые, по мнению авторов [8; 13; 14], обладают большой запасенной упругой энергией, поэтому в работах [4; 11] предлагается у таких пентагональных частиц и кристаллов создавать развитую поверхность методом термообработки в кислородосодержащей среде.

Ранее в работах [18–22] было показано, что методом механоактивации медных кристаллов, формирующихся в процессе электроосаждения и последующей их термообработки, можно увеличить удельную поверхность медного покрытия в десятки раз. Там же говорится, что, изменяя технологические условия (продолжительность процесса, скорость и время перемешивания электроли-

та), можно существенно менять морфологию поверхности электролитической меди, создавать развитую поверхность слоев и покрытий на металлическом носителе.

Однако этих данных недостаточно для прогнозирования возможностей предлагаемого метода создания развитой поверхности. Поэтому в настоящей работе изложены результаты исследования влияния механической активации катода-микросетки абразивными частицами на особенности эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих в процессе электрокристаллизации.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для получения электроосажденных микрокристаллов меди использовался обычный сернокислый электролит меднения, приготовленный на бидистиллате из химически чистых компонентов и содержащий 250 г/л $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 90 г/л H_2SO_4 .

Электроосаждение осуществлялось в трехэлектродной ячейке с помощью потенциостата-гальваностата «Эллинс», в потенциостатическом режиме при значении перенапряжения на катоде 160 мВ, времени осаждения от 1 до 1200 секунд и температуре электролита 20–25 °С. Анод был изготовлен из электролитически чистой меди (99,99 %). В качестве катода и одновременно подложки применялся сетчатый носитель, представляющий собой микросетку из нержавеющей стали марки 12Х18Н10 с размером ячеек 70 мкм и толщиной проволоки 55 мкм.

Для проведения механической активации (механоактивации) катода в перемешиваемый электролит добавлялись абразивные, инертные к электролиту микрочастицы размером 15–25 мкм. В качестве активатора применялся порошок из микрочастиц оксида алюминия, оксида кремния, которые предварительно обезжиривались, промывались и просушивались.

На основе результатов исследований, описанных в работе [6], концентрация активатора была выбрана порядка 2,5 % от объема электролита. Активация катода движущимися абразивными частицами осуществлялась только на начальных этапах электрокристаллизации, то есть при образовании зародышей и формировании из них кристаллов. Перемешивание электролита с частицами активатора осуществлялось при помощи вращающегося якоря в магнитном поле магнитной мешалки ПЭ-6110М.

Исследование особенностей морфологии поверхности кристаллов и покрытий из них на носителях разной природы проводилось с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) Carl Zeiss Sigma и JEOL JCM 6000.

Для исследования эволюции морфологии поверхности кристаллов меди, растущих при электрокристаллизации с механической активацией катода, была проведена серия экспериментов, в которой электроосаждение осуществлялось на микросетку из нержавеющей стали, предварительно обработанную в спирте, ультразвуке и дистиллированной воде, при варьировании времени осаждения с шагом в 5 секунд. Прочие условия электроосаждения (перенапряжение, рН электролита, кон-

центрация активатора, температура электролита) были одинаковы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микроскопические исследования микросеток из нержавеющей стали с осажденными на них кристаллами меди показали, что на начальной стадии осаждения (по истечении 20 секунд от начала электрокристаллизации) на поверхности формируются отдельные сферические частицы (рис. 1 а, 1 б), локализация которых связана с особенностями поверхности сетки-катода (различными дефектами поверхности и местами перекрестья нитей сетки). Разброс по размерам кристаллов меди очень большой – от 300 нм до 1,4 мкм (рис. 1 б). По истечении 30 секунд осаждения размеры кристаллов увеличиваются, наблюдается начало образования сплошного покрытия (рис. 1 в), и при достижении размера кристаллов от 1,0 мкм и выше они начинают приобретать огранку (рис. 1 г).

По истечении 60 секунд после начала осаждения размеры медных кристаллов достигают 2,7–3,7 мкм, и на них начинают интенсивно формироваться конусы (рис. 2). Вероятно, это может быть обусловлено наличием в кристаллах дефектов, которые способствуют преимущественному росту кристалла в одном из кристаллографических направлений. СЭМ-изображения поверхности таких конусов (рис. 2 б, 2 в), показали, что они на данном этапе электрокристаллизации имеют гладкие боковые грани.

Таким образом, уже на этом этапе электрокристаллизации можно говорить о начале интенсивного формирования конусообразных кристаллов (рис. 2).

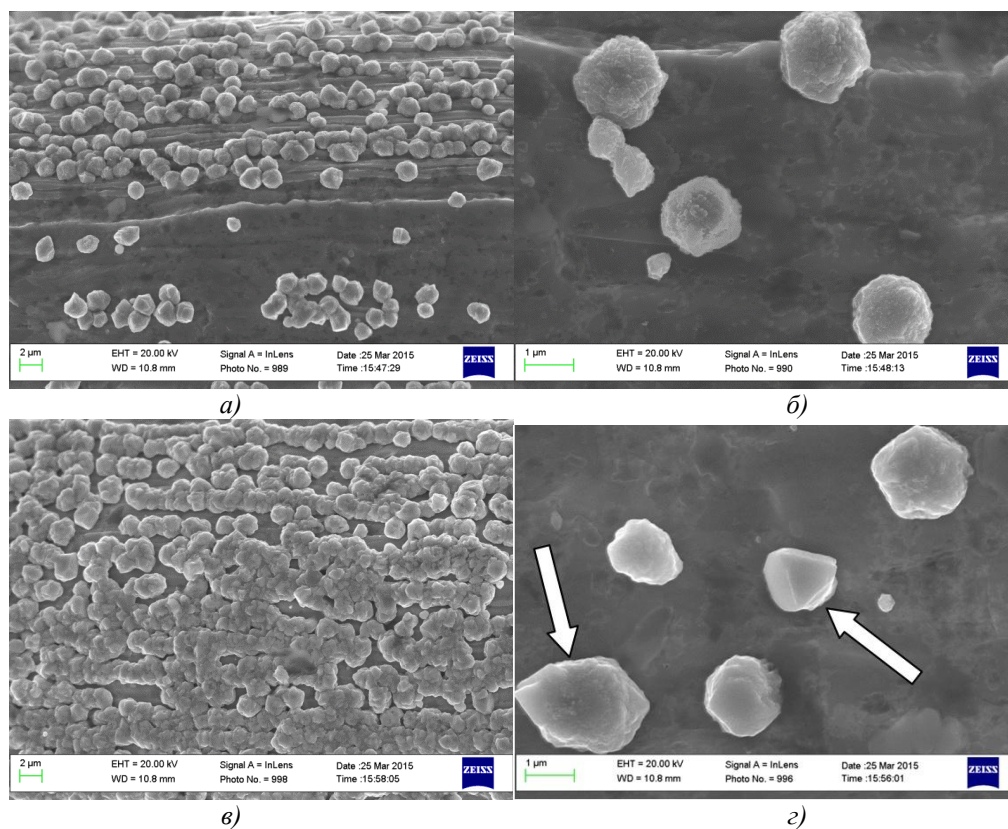


Рис. 1. СЭМ-изображение поверхности нержавеющей сетки с медными кристаллами: а, б) через 20 секунд после начала электроосаждения; в, г) через 30 секунд после начала электроосаждения

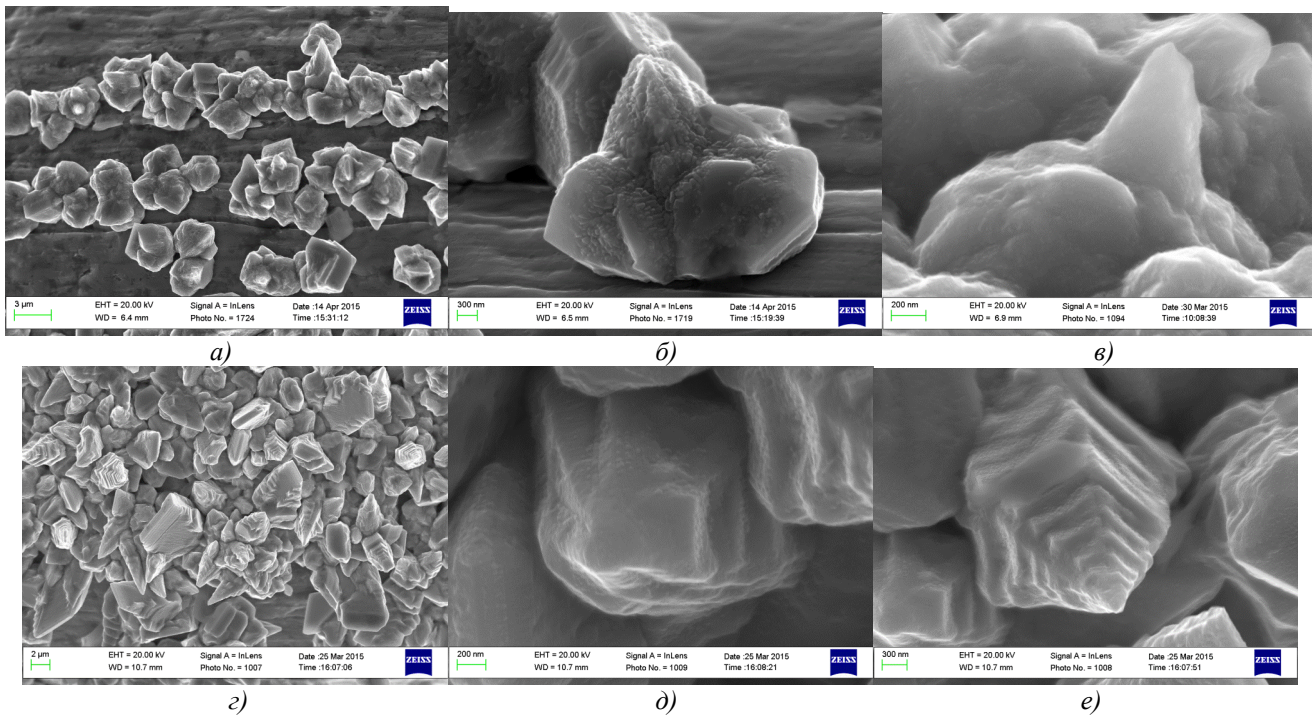


Рис. 2. СЭМ-изображения поверхности сетки из нержавеющей стали с медными кристаллами: а, б, в) через 60 секунд после начала электроосаждения; г, д, е) через 120 секунд от начала осаждения

Следующие 30 секунд электроосаждения существенных изменений в морфологию медных кристаллов не вносят, за исключением более интенсивного начала формирования конусов.

Интересен тот экспериментальный факт, что за 90 секунд электроосаждения на поверхности микросетки из нержавеющей стали успевают сформироваться только два типа медных микрообъектов в покрытии: микрокристаллы, преимущественно имеющие сферическую форму, и микрокристаллы с конусами на их поверхности.

Экспериментально обнаружено, что через 120 секунд осаждения начинают формироваться пентагональные пирамиды с высокими ступенями роста (рис. 2 г, 2 д, 2 е), и конусы с иерархической слоистой поверхностью. Поэтому можно предположить, что это время начала формирования ступеней роста пентагональных пирамид.

В следующий период осаждения (120–150 секунд) размеры частиц-кристаллов в диаметре существенно не меняются, но при этом начинается интенсивный рост кристаллов и более интенсивное формирование ступеней роста. Увеличение времени осаждения (до 180 секунд) приводит к дальнейшему росту кристаллов приблизительно от 3 до 5 мкм, которые в процессе роста постепенно «охватывают» всю микросетку-катод (рис. 2 г, 2 д, 2 е). По мере увеличения времени осаждения новые центры кристаллизации появляются не только на поверхности сетчатого носителя, но и на уже сформировавшейся дефектной поверхности кристаллов.

Экспериментально обнаружено (рис. 3), что по истечении 180 секунд осаждения основные особенности морфологии кристаллов в покрытии сформировались, и дальнейшее осаждение приводит только к увеличению их размеров, появлению четкой огранки кристаллов, формированию ступеней роста и образованию пи-

рамид, а также к увеличению толщины медного покрытия, состоящего из конусов, пирамид и других дефектных кристаллов.

Таким образом, из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что существенное изменение морфологии медных кристаллов на сетке из нержавеющей стали происходит в течение 180 секунд от начала осаждения.

На рис. 3 в, 3 г показана развитая поверхность медного покрытия, которая сформировалась через 900 секунд от начала осаждения. Для увеличения массовой доли меди в образце можно увеличить время электроосаждения до 1200 секунд. Однако дальнейшее увеличение времени осаждения нецелесообразно, так как требует расхода электроэнергии и электролита, но не приводит к увеличению удельной поверхности покрытия.

Для подтверждения факта влияния механической активации катода и растущих на нем медных кристаллов на особенности морфологии их поверхности были проведены дополнительные исследования эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих при тех же режимах осаждения, но уже в отсутствие механической активации катода.

Исследования показали, что ни после 120–150 секунд от начала осаждения без механоактивации, ни после окончания всего периода осаждения на поверхности катода не формируются пентагональные пирамиды с высокими ступенями роста и конусообразные кристаллы с развитой поверхностью. Все медные кристаллы в этом случае не имеют четко выраженной огранки, анизотропии роста и имеют сферическую форму (рис. 4 а).

Электронно-микроскопические исследования морфологии поверхности медных покрытий, полученных через 900 секунд осаждения (рис. 4 б), показали, что она существенно отличается от морфологии поверхности

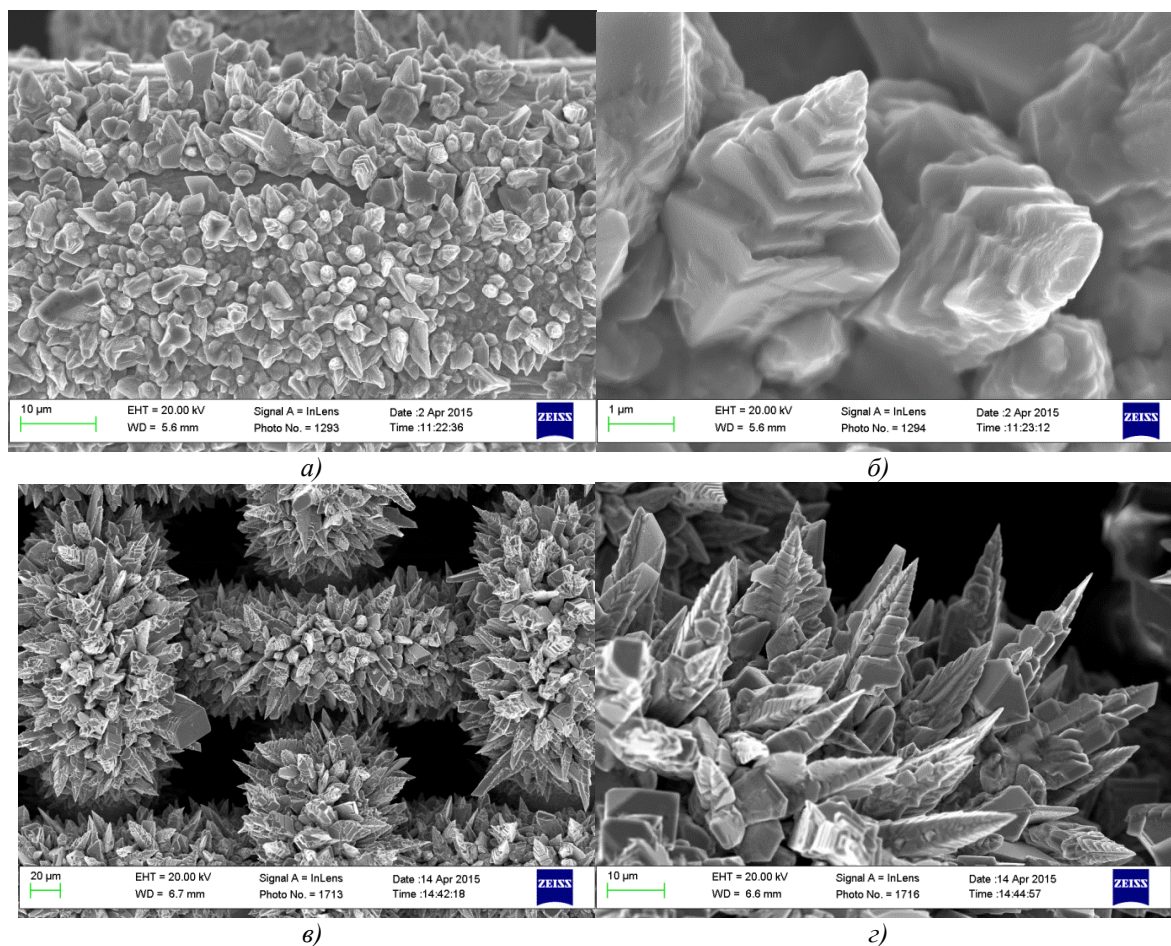


Рис. 3. СЭМ-изображения поверхности нержавеющей сетки с медными кристаллами:
 а, б) через 180 секунд после начала электроосаждения;
 в) через 900 секунд осаждения; г) через 1200 секунд осаждения

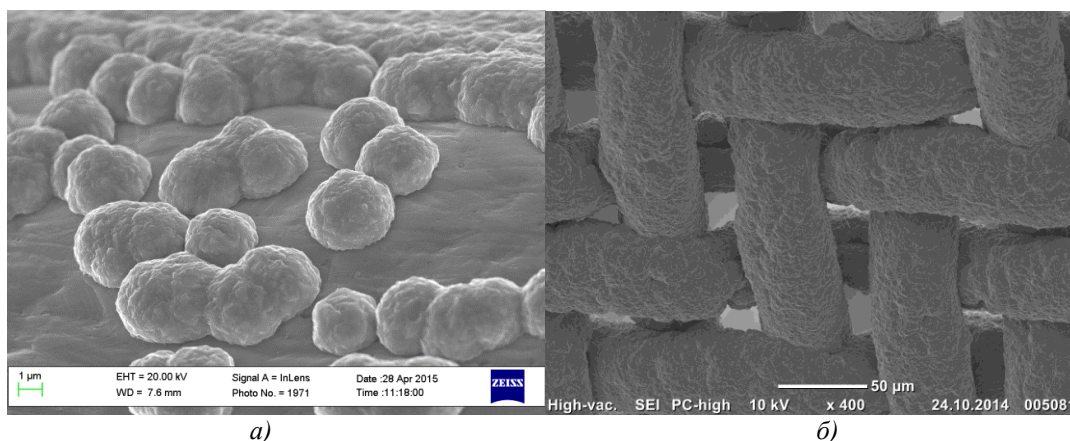


Рис. 4. СЭМ-изображения поверхности нержавеющей микросетки с медными кристаллами,
 полученными без применения механоактивации катода:
 а) через 180 секунд после начала электроосаждения; б) через 900 секунд осаждения

электроосажденной меди, полученной при тех же режимах, но с применением механоактивации катода (рис. 3 в).

Таким образом, можно утверждать, что именно применение механической активации на начальных этапах электрокристаллизации меди является причиной образования особенностей морфологии поверхности электроосажденных микрокристаллов.

ВЫВОДЫ

Исследования эволюции морфологии поверхности медных кристаллов в процессе электрокристаллизации с механической активацией катода в виде микросеток из нержавеющей стали позволили сделать следующие выводы:

– механическая активация кристаллов, растущих на катоде на начальных стадиях электрокристаллизации

меди, абразивными инертными частицами, движущимися в электролите, существенно влияет на формируемую морфологию поверхности покрытия;

– механическая активация на начальных этапах процесса электрокристаллизации стимулирует образование и рост сравнительно крупных кристаллов в виде конусов, пентагональных пирамид и конусов с развитой поверхностью;

– варьируя технологические режимы электроосаждения, можно менять удельную поверхность медных покрытий на сетчатом носителе на порядок.

Предварительные испытания показали высокую эффективность такого материала с развитой поверхностью в качестве катализатора для доочистки сточных вод от токсических примесей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-02-00517 а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сабанов В.Х., Дзараева Л.Б. Способ получения оксида магния с развитой удельной поверхностью : патент РФ № 2438976, заяв. № 2010126415/05, 10.01.2012.
- Морозов М.В., Гильмутдинов А.Х. Способ получения никелевой волоконной электродной основы с развитой поверхностью волокон для химических источников тока и полученная этим способом никелевая волоконная основа электрода : патент РФ № 2475896, заяв. № 2011118218/07, 05.05.2011.
- Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Дорогов М.В. Комбинированная методика получения нанопористого материала на основе металла // *Материаловедение*. 2011. № 8. С. 48–51.
- Ясников И.С., Викарчук А.А. Альтернативная методика вскрытия полостей в икосаэдрических малых металлических частицах электролитического происхождения // *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 2007. Т. 86. № 9. С. 699–701.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Романов А.Е. Морфологические и фазовые превращения в никелевых покрытиях на нержавеющей стали в температурных полях // *Materials Physics and Mechanics*. 2014. Т. 21. № 2. С. 119–125.
- Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of Materials with a Developed Surface by Thermal Treatment and Chemical Etching of Electrodeposited Icosahedral Small Copper Particles // *Russian Journal of Electrochemistry*. 2015. Vol. 51. № 12. P. 1176–1179.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Грызунов А.М. Создание развитой поверхности сетчатого металлического носителя из нержавеющей стали // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2014. № 4. С. 25–29.
- Викарчук А.А., Романов А.Е. Физические основы получения принципиально новых нанокатализаторов на основе меди // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2014. № 11. С. 87–98.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р. Создание развитой поверхности у сетчатого металлического носителя // *Письма о материалах*. 2015. Т. 5. № 2. С. 211–214.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А. К вопросу об увеличении удельной поверхности металлических катализаторов и носителей для них // *Новости материаловедения. Наука и техника*. 2015. № 1. С. 6–11.
- Викарчук А.А., Власенкова Е.Ю., Грызунова Н.Н. Получение металлических нанообъектов методом термической обработки пентагональных частиц и трубок // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2008. № S6. С. 44–49.
- Грызунова Н.Н. Изменение морфологии поверхности и фазового состава металлического носителя // *Научный альманах*. 2015. № 6. С. 113–119.
- Викарчук А.А., Воленко А.П., Гамбург Ю.Д., Бондаренко С.А. О дисклинационной природе пентагональных кристаллов, формирующихся при электрокристаллизации меди // *Электрохимия*. 2004. Т. 40. № 2. С. 207–214.
- Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Денисова Д.А., Довженко О.А., Тюрков М.Н., Цыбускина И.И., Ясников И.С. Новые металлические функциональные материалы, состоящие из пентагональных частиц, кристаллов и трубок. Ч. I. Механизмы образования и особенности строения пентагональных частиц и кристаллов // *Журнал функциональных материалов*. 2008. № 5. С. 163–174.
- Викарчук А.А., Грызунова Н.Н. Спирально-дисклинационный механизм формирования нитевидных пентагональных кристаллов в процессе электрокристаллизации // *Материаловедение*. 2008. № 6. С. 7–12.
- Викарчук А.А., Грызунова Н.Н. Механизм формирования микротрубок в процессе электроосаждения из пентагональных стержней // *Материаловедение*. 2009. № 5. С. 28–31.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А. Особенности формирования нитевидных пентагональных кристаллов на дефектах подложки, имеющих дисклинационную природу // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2009. № 4. С. 9–13.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Тюрков М.Н. Получение и исследование электролитических материалов с энергоемкой дефектной структурой и развитой поверхностью // *Деформация и разрушение материалов*. 2016. № 2. С. 13–19.
- Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Бекин В.В., Романов А.Е. Создание развитой поверхности медных электролитических покрытий методом механоактивации катода и последующей термообработки // *Известия Российской академии наук. Серия физическая*. 2015. Т. 79. № 9. С. 1238–1242.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. 2015. Vol. 79. № 9. С. 1093–1097.
- Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Дорогов М.В., Приезжева А.Н., Романов А.Е. Функциональные металлические материалы с фрагментированной структурой и развитой поверхностью // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2016. № 1. С. 16–21.

22. Мальцев А.В., Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Грызунов А.М. Создание развитой поверхности меди методом механоактивации // Фазовые превращения и прочность кристаллов: сб. тезисов VIII Междунар. конференции. М., 2014. С. 113.

REFERENCES

- Sabanov V.Kh., Dzaraeva L.B. *Sposob polucheniya oksida magniya s razvitoj udelnoj poverkhnostyu* [Method of producing magnesium oxide with evolved specific surface]. Patent RF no. 2438976, 2012.
- Morozov M.V., Gilmutdinov A.Kh. *Sposob polucheniya nikel'noy volokonnoy elektrodnoj osnovy s razvitoj poverkhnostyu volokon dlya khimicheskikh istochnikov toka i poluchennaya etim sposobom nikel'ovaya volokonnaya osnova elektroda* [Method of producing nickel fiber electrode base with evolved surface of fibers for chemical current supplies and produced by this method nickel fiber base of electrode]. Patent RF no. 2475896, 2011.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Dorogov M.V. Complex technique of production of metal-based nanoporous material. *Materialovedenie*, 2011, no. 8, pp. 48–51.
- Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Alternative method of the opening of cavities in small icosahedral electrolytic-metal particles. *Journal of experimental and theoretical physics letters (JETP Letters)*, 2007, vol. 86, no. 9, pp. 612–614.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Romanov A.E. Morphological and phase transformations in nickel coatings on stainless steel in temperature fields. *Materials Physics and Mechanics*, 2014, vol. 21, no. 2, pp. 119–125.
- Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of Materials with a Developed Surface by Thermal Treatment and Chemical Etching of Electrodeposited Icosahedral Small Copper Particles. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2015, vol. 51, no. 12, pp. 1176–1179.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Gryzunov A.M. Creation of the developed surface of mesh metal carriers made of stainless steel. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 25–29.
- Vikarchuk A.A., Romanov A.E. Principal physics of getting fundamentally new cuprum-based catalysts. *Fundamentalnye problemy sovremennogo materialovedeniya*, 2014, no. 11, pp. 87–98.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R. Creating high surface in the metal mesh carrier. *Pisma o materialakh*, 2015, vol. 5, no. 2, pp. 211–214.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A. On the extend of specific surface of metal catalysts and carriers for them. *Novosti materialovedeniya. Nauka i tekhnika*, 2015, no. 1, pp. 6–11.
- Vikarchuk A.A., Vlasenkova E.Yu., Gryzunova N.N. Fabrication of nanosized metallic objects by thermal processing of pentagonal particles and nanotubes. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2008, no. S6, pp. 44–49.
- Gryzunova N.N. The change of morphology surfaces and phase composition of the metal carrier. *Nauchnyi almanakh*, 2015, no. 6, pp. 113–119.
- Vikarchuk A.A., Volenko A.P., Bondarenko S.A., Gamburg Yu.D. Disclination nature of pentagonal crystals that form during copper electrocrystallization. *Russian journal of electrochemistry*, 2004, vol. 40, no. 2, pp. 180–187.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Denisova D.A., Dovzhenko O.A., Tyurkov M.N., Tsybuskina I.I., Yasnikov I.S. New metal functional materials consisting of pentagonal particles, crystals and tubes. P. 1. Mechanisms of formation and peculiarities of the structure of pentagonal particles and crystals. *Zhurnal funktsionalnykh materialov*, 2008, no. 5, pp. 163–174.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N. Spiral-disc lination mechanism of forming the filamentary pentagonal crystals in process of electrocrystallization of metals. *Materialovedenie*, 2008, no. 6, pp. 7–12.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N. Mechanism of formation of pentagonal microtubes from rods during electrodeposition. *Materialovedenie*, 2009, no. 5, pp. 28–31.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A. Features of formation threadlike pentagonal crystals on the defects of the substrate having disclination the nature. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 4, pp. 9–13.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Tyurkov M.N. Production and investigation of electrolytic energy-intensive materials with defect structure and developed surface. *Deformatsiya i razrushenie materialov*, 2016, no. 2, pp. 13–19.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya fizicheskaya*, 2015, vol. 79, no. 9, pp. 1238–1242.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 2015, vol. 79, no. 9, pp. 1093–1097.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Dorogov M.V., Priezheva A.N., Romanov A.E. Functional metallic materials with fragmented structure and developed surface. *Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov*, 2016, no. 1, pp. 16–21.
- Maltsev A.V., Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Gryzunov A.M. Creation of evolved surface of cuprum by means of mechanical activation method. *Sbornik tezisov VIII mezhdunarodnoy konferentsii "Fazovye prevrashcheniya i prochnost' kristallov"*. Moscow, 2014, p. 113.

**THE INFLUENCE OF CATHODE ACTIVATION ON THE EVOLUTION
OF THE SURFACE MORPHOLOGY OF CRYSTALS FORMED IN THE PROCESS
OF ELECTROCHEMICAL CRYSTALLIZATION OF CUPRUM**

© 2016

A.M. Gryzunov, postgraduate student of Chair “Nanotechnologies, material engineering and mechanics”
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: cathode activation; surface morphology; electrochemical crystallization of cuprum; surface evolution.

Abstract: The development of modern technological processes of chemical materials production and wastewater purification from toxic contaminants requires the creation of new metal materials having specified physical and chemical properties. Within the development of such functional materials, special emphasis is laid on the extension of their specific surface and the number of active centers of catalysis. There is also the necessity of raise of nonprecious metals activity by means of their surface morphology change and the creation of the high concentration of the specific type of defect structures that are the active centers of catalysis.

During the study, for the creation of cuprum defect structures, the author used the method of electrodeposition with the mechanical activation of the cathode and growing on it crystals with abrasive particles. To forecast the possibilities of suggested method, the detailed study of the processes of defect structures producing and evolution during the electrochemical crystallization of cuprum is necessary. The paper covers this study.

The paper presents the results of the study of the influence of cathode-micronet mechanical activation with the abrasive particles on the peculiarities of the evolution of surface morphology of cuprum crystals growing in the process of their electrochemical crystallization. The paper gives the results of electro-deposition with and without mechanical activation with the same technological parameters. It is shown that the cathode mechanical activation itself at the initial stages of the electrochemical crystallization process affects significantly the morphology of cuprum surface and stimulates the formation and the growth of larger crystals in the form of cones, pentagonal pyramids, and cones with developed surface.

The study showed that the mechanical activation at the initial stage of electrodeposition allows the creation of developed surface of cuprum. The preliminary test revealed high efficiency of such material with the developed surface as the catalyst for the wastewater aftertreatment from toxic substances.